Digitized by Google

Acq. 13820.

Don de M. V. du Mesnil

BIBLIOTHÈQUE
EDM. CORBISIER
Série N°

R 39350

ITEITSBIBLIOTHEEK GENT
9000000073749

G. PÉJOINNET
AVOCAT

MÉMOIRE

SUR

LES BATEAUX A VAPEUR

DES ÉTATS-UNIS

D'AMÉRIQUE,

AVEC UN APPENDICE SUR DIVERSES MACHINES RELATIVES A LA MARINE;

PAR M. MARESTIER,

INGÉNIEUR DE LA MARINE ROYALE, CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR;

Précédé du Rapport fait à l'Institut sur ce Mémoire,

PAR MM. SANÉ, BIOT, POISSON ET C. DUPIN;

IMPRIMÉ

Par ordre de Son Excellence

LE MINISTRE DE LA MARINE ET DES COLONIES.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

1824.

Digitized by Google

Eug Van der Meulen

Digitized by Google

Les avantages que la navigation des bateaux mis en mouvement par des machines à vapeur procure aux États-Unis d'Amérique n'ont point été vus avec indifférence par la marine française, à laquelle la connaissance de l'état auquel était parvenue la construction de ces bateaux pouvoit être d'une grande utilité; j'ai été chargé, sur la proposition de M. Rolland, Inspecteur général du génie maritime, des recherches à faire à ce sujet, et ce rapport, dont Son Exc. le Ministre de la marine et des colonies a bien voulu ordonner l'impression, est destiné à en rendre compte : il est composé de deux Mémoires.

Dans le premier, je donne les dimensions et la vîtesse des bateaux à vapeur; je décris les principales machines dont on fait usage, et je déduis de mes observations, en empruntant de la théorie la marche du calcul, des règles fondées sur l'expérience, pour établir entre la grandeur des bateaux et la force des machines les proportions qui conviennent pour obtenir une vîtesse déterminée.

Le second est consacré à quelques remarques sur la marine militaire et spécialement à la description du bâtiment à vapeur construit, en 1814, pour la défense de l'entrée de New-York (1).

(1) Ce second Mémoire n'étant point de nature à être utile aux particuliers ne sera point publié.

Digitized by Google

Les notes du premier Mémoire renferment le développement des principes exposés dans le texte et des renseignemens qui, quoique incomplets, peuvent fournir des moyens de comparaison aux personnes qui projettent des bateaux à vapeur.

Dans un Appendice, je rapporte les dimensions et les plans de plusieurs goëlettes, et je donne une idée des machines relatives à la marine, et des outils que j'ai vu employer dans les arsenaux et dans quelques établissemens particuliers.

Son Exc. le baron HYDE DE NEUVILLE, Ministre du Roi à Washington, a favorisé mes recherches de tout son pouvoir; la haute considération dont il jouit, et ses soins personnels m'ont procuré les renseignemens les plus intéressans de ce Mémoire.

Je dois aussi remercier MM. les Consuls du zèle extrême qu'ils ont mis à me diriger et à me fournir les moyens de visiter les établissemens que je desirois connoître.

Le Mémoire sur les bateaux à vapeur est précédé d'un extrait du Rapport à l'Institut auquel il a donné lieu, Rapport dont le Ministre de la marine a également ordonné l'impression.

Digitized by Google

RAPPORT À L'INSTITUT.

INSTITUT

DE FRANCE,

ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

LE Secrétaire perpétuel de l'Académie pour les sciences mathématiques, certifie que ce qui suit est extrait du procès-verbal de la séance du 27 janvier 1823.

EXTRAIT du Rapport sur les Mémoires de M. MARESTIER, relatifs aux bateaux à vapeur, et à la marine des États-Unis d'Amérique.

Son Exc. le ministre de la marine et des colonies a desiré que l'Académie des sciences émît son jugement sur les Mémoires dans lesquels M. Marestier rend compte, et des observations qu'il a faites durant son voyage aux États-Unis d'Amérique, et de principes déduits par le calcul, d'après les données d'expérience que cet ingénieur a recueillies.

En conséquence l'Académie a nommé, pour examiner ce travail, une commission composée de MM. Sané, Biot, Poisson et moi.

Nous allons rendre de cet examen un compte raisonné;

Digitized by Google

l'étendue en sera proportionnée à l'importance du sujet ainsi qu'au mérite de l'auteur. . . . . .

. . . . . .

Nous entretiendrons d'abord l'Académie des observations qui concernent la navigation par la vapeur, appliquée aux bâtimens du commerce; c'est l'objet du premier Mémoire. Nous parlerons ensuite des observations qui se rapportent à la marine militaire; c'est l'objet du second Mémoire.

NAVIGATION PAR LA VAPEUR

appliquée à la marine marchande.

Il y a seize ans, l'Amérique entière ne possédoit pas un seul navire à vapeur utile au commerce; elle en possède aujourd'hui plusieurs centaines, et déjà les peuples du Nouveau-Monde en ont retiré d'immenses avantages.

Lorsqu'un nouveau genre de forces mécaniques s'introduit d'une manière utile dans quelque branche de l'industrie humaine, il est bientôt mis à profit dans une foule d'autres branches; il accélère le progrès de l'ensemble des arts; il donne au peuple qui s'en empare le premier, ou qui l'exploite sur la plus grande échelle, un puissant moyen de supériorité sur les autres peuples. Souvent, enfin, le renversement des rapports de prospérité, de richesse et de puissance entre les nations, est la suite nécessaire de l'adoption et du progrès des applications d'une espèce nouvelle de forces mécaniques.

Tels ont été les effets produits par l'emploi de la force que donne l'eau vaporisée. Les Anglais ont les premiers appliqué cette force à élever les eaux. On eût dit, dans le principe, qu'ils ne

Digitized by Google

faisoient qu'inventer un nouveau jeu d'imagination, pour ajouter aux curiosités de la physique expérimentale. Bientôt il se trouva que la force alternative adoptée pour remplacer les pompes ordinaires, pouvoit être employée avec avantage à l'élévation des fardeaux, à l'extraction des minerais et des charbons fossiles, à la conduite des chariots sur des routes, enfin aux travaux d'une foule d'ateliers et de manufactures, &c.

L'Angleterre s'arma la première de ce nouveau moyen d'ajouter à la force de l'homme, et son industrie s'éleva, dans peu d'années, à ce degré de supériorité qui fait aujourd'hui la splendeur et la puissance de l'empire britannique.

En voyant la force de la vapeur rendre d'aussi grands services à tous les travaux qui s'exécutent à terre, il étoit naturel de chercher si l'on ne pouvoit pas étendre ces services aux travaux qui s'exécutent sur les eaux, et spécialement à la navigation.

On sait combien est lente la navigation des rivières et des fleuves dont il faut remonter le courant, et quelle immense force d'hommes ou de chevaux il faut employer au dur travail du halage. La navigation sur les grands lacs et sur les mers, rendue plus facile et moins pénible pour l'homme, par la force des vents et par le mécanisme des voiles, n'est pas elle-même sans de grandes fatigues, et parfois sans des obstacles insurmontables durant les tempêtes et sur-tout durant les calmes; elle est toujours lente et pénible, quand règnent les vents contraires. Ainsi des causes nombreuses et puissantes diminuent l'avantage que présente la force des vents pour la navigation.

C'est un Français, M. Duquet, qui, le premier, fit quelques essais heureux pour suppléer à la force du vent par d'autres moyens mécaniques : les expériences de M. Duquet eurent lieu de 1687 à 1693, dans le port du Havre.

En 1698, dans l'année même où le capitaine Savery profitant des idées répandues en Angleterre par le marquis de

Digitized by Google

Worcester, faisoit connoître la machine à vapeur, il présentoit un projet de bateaux mis en mouvement par des roues à aubes: moyen qui devoit, un siècle après, être reproduit avec tant de succès dans le nouveau mode de navigation.

Mais le capitaine Savery n'eut pas même la pensée de proposer pour force motrice, celle qu'il avoit mise en action par sa machine à vapeur, qui n'étoit point assez parfaite pour donner un semblable résultat.

En 1736, Jonathan Hull, profitant du progrès que Newcomen avoit fait faire à cette machine, crut pouvoir en proposer l'application à mouvoir les navires par des roues à aubes. Il prit une patente à cet effet. Il s'efforça, mais vainement, d'intéresser l'amirauté de l'Angleterre en faveur de son invention : son projet fut repoussé. Parmi les objections sur lesquelles étoit fondé le refus de l'amirauté, se trouvoit celle-ci : « La force des lames de la mer ne brisera-t-elle pas en morceaux toute partie de machine qu'on placera de manière à la faire mouvoir dans l'eau ! » A quoi Jonathan Hull répond d'abord : « Il est impossible de supposer que cette machine sera employée à la mer dans une tempête et lorsque les lames font ravage. »

Ce que Jonathan Hull, l'inventeur même des bateaux à vapeur, ne supposoit pas qu'on pût regarder comme possible, quatre-vingts ans plus tard, l'expérience en a démontré la possibilité et l'avantage.

Nous rapportons cette particularité que M. Marestier pourra joindre à l'historique plein de faits qu'il présente au sujet de la navigation par la vapeur. Elle montre parfaitement le progrès des idées, depuis la naissance de l'invention jusqu'aux développemens que cette même invention a pris de nos jours (1).

---

(1) J'aurois enrichi mon Mémoire, non-seulement de cette observation de M. Dupin, mais encore de plusieurs autres que contient ce rapport, s'il n'avoit pas été imprimé; mais le grand intérêt qu'il présente ne pouvoit manquer de déterminer le ministre de la marine à en ordonner la publication. — M.

Digitized by Google

Il paroît que les projets de Jonathan Hull n'ont jamais reçu d'exécution. C'est en 1775 que notre ancien collègue, M. Périer, construisit, pour la première fois, un bateau à vapeur. Ce bateau, mis à flot sur une eau tranquille auroit marché, quoiqu'avec peu de vîtesse, parce que la force de la machine motrice n'équivaloit qu'à celle d'un cheval. Avec des moyens aussi foibles, le bateau ne put remonter la Seine, et M. Périer abandonna ses tentatives.

En 1781, M. de Jouffroy fut plus heureux; il fit construire à Lyon un bateau à vapeur d'une grande dimension (ce bateau avoit 46^{m} de longueur). La Saône, rivière d'un cours très-lent, et que, pour cette raison, César appeloit *lentissimus Arar,* la Saône étoit parfaitement propre aux essais de ce genre. Néanmoins des accidens qui n'auroient pas dû faire abandonner l'entreprise, en arrêtèrent la poursuite; la révolution survint et M. de Jouffroy quitta la France.

Quinze ou dix-huit ans après ces premiers essais, M. Desblancs obtint du Gouvernement français une patente pour construire un bateau à vapeur.

Bientôt après vint à Paris un mécanicien devenu célèbre depuis; c'étoit Fulton qui commença quelques expériences sur le même sujet, auprès de l'île des Cygnes.

Depuis 1785 jusqu'en 1801, MM. Miller de Dalwinston, Clarke et Symington, en Écosse, lord Stanhope et MM. Bunter et Dickinson, en Angleterre, faisoient aussi des essais de bateaux à vapeur : mais aucune tentative n'obtenoit un succès décisif.

De 1785 ou 1786, à 1790, on voit en Amérique MM. Fitch et Rumsey appliquer à la navigation la force de la vapeur. Malgré des essais qui devoient donner beaucoup d'espérances, se voyant mal accueillis dans leur patrie, ils vinrent en Europe pour tenter d'y faire adopter leurs inventions.

Quelques années plus tard, par un contraste bien digne de remarque, Fulton ne trouvant dans la navigation commerciale de

Digitized by Google

la France ni d'assez grandes facilités, ni des avantages assez certains; voyant rejeter les offres qu'il fit au premier consul d'employer les bateaux à vapeur pour former la flotille qu'on vouloit construire, afin d'exécuter une descente en Angleterre, Fulton, sans espoir de succès au milieu de la vieille Europe, tourna ses yeux vers sa jeune patrie. Il résolut de transporter en Amérique la nouvelle industrie qu'il venoit de créer au sein de la France.

Il fut sur-tout encouragé dans ce dessein par M. Livingston, alors ambassadeur des États-Unis auprès du Gouvernement français. M. Livingston étoit lui-même auteur de nombreuses tentatives pour faire naviguer des bateaux en pleine mer par l'action de la vapeur, en transmettant cette action, tantôt par des roues horizontales, tantôt par des roues en ailes de moulin, des surfaces en hélice, des pattes d'oie, des pagaies et des chaînes sans fin.

L'importance de la navigation par la vapeur étoit si bien sentie, et la possibilité de suppléer à la force du vent par des moyens mécaniques, tellement reconnue en Amérique, que, dès 1798, l'état de New-York avoit accordé à M. Livingston un privilége de vingt ans, sous la condition expresse qu'avant le 27 mars 1799, il produiroit un bateau qui feroit quatre milles par heure.

M. Livingston adoptant une machine à vapeur cinq à six fois plus grande que celle de M. Périer, obtint des succès plus marqués, mais n'atteignit point le degré de vîtesse exigé par le législateur, parce qu'il employoit une force encore trop peu considérable : Fulton fit plus que tripler cette force.

Fulton fit exécuter, par la compagnie anglaise de Watt et Boulton, une machine à vapeur dont la force étoit équivalente à celle de vingt chevaux; il la fit transporter en Amérique pour l'établir sur le premier bateau qu'il construisit à New-York. En 1807, ce bateau commença ses voyages. Pour parcourir la distance de cent vingt milles qui sépare New-York d'Albany, il mit trente-deux heures en allant, et trente en revenant.

Digitized by Google

Une expérience aussi décisive porta la conviction dans tous les esprits. Des associations opulentes se formèrent de toutes parts, afin d'entreprendre la construction et l'exploitation des bateaux à vapeur; les revenus de quelques-unes furent immenses, et les avantages retirés de cette belle innovation, par les États-Unis, surpassèrent les espérances les plus hardies.

Le succès des bateaux à vapeur en Amérique fut bientôt connu dans toute l'Europe. Alors on vit une découverte qui s'étoit transportée d'abord de l'ancien monde au nouveau, puis du nouveau dans l'ancien, puis de l'ancien dans le nouveau, revenir une dernière fois pour se naturaliser sur la terre des premiers inventeurs.

C'est en 1812 que fut construit, pour naviguer sur le Clyde, le premier bateau à vapeur qui ait obtenu dans la Grande-Bretagne un succès décidé; et, dès 1816, lorsque l'un de nous visita l'Angleterre, il y trouva cette navigation florissante et très-étendue. Il informa le ministère de la marine et des colonies de l'état où l'on avoit déjà porté cette navigation en Écosse, où il eut le bonheur de trouver le célèbre Watt, et d'apprendre le commencement des essais que le fils de celui qui avoit tant perfectionné les machines à vapeur, entreprenoit pour perfectionner l'application de ces machines à la navigation.

Cependant en France, dès 1815, des essais étoient tentés; mais la route qu'on suivoit étoit mauvaise, les machines qu'on employoit étoient imparfaites, les difficultés locales étoient très-grandes. Les tentatives échouèrent, et les associations se trouvèrent ruinées.

Ainsi le Gouvernement français avoit à-la-fois sous les yeux l'exemple de grands désastres produits par des innovations mal calculées, le tableau fidèle de résultats plus heureux obtenus dans la Grande-Bretagne, et le tableau bien plus brillant des succès obtenus en Amérique, pays dont l'éloignement prêtoit davantage

Digitized by Google

à l'exagération des récits, ainsi qu'à la croyance et aux prodiges racontés par les voyageurs.

Dans cet état de choses, le ministère de la marine suivit la seule voie qu'indiquât la prudence. Il résolut d'envoyer aux États-Unis un ingénieur habile et sage, qui prît, sur les lieux, une connoissance complète et détaillée des travaux déjà faits en ce genre, et des résultats obtenus. Tel fut le motif de la mission si bien remplie par M. Marestier.

En même temps, le ministère de la marine donna l'ordre à M. Montgéry, capitaine de frégate, de se rendre avec le bâtiment qu'il commandoit alors dans les ports d'Amérique, et d'examiner les bateaux à vapeur sous le point de vue de leur service nautique et militaire. Le mémoire rédigé par M. Montgéry, sur le résultat de ses voyages, est entre les mains d'une commission de l'Académie. C'est à cette commission qu'il appartient de faire ressortir le mérite des nouvelles observations d'un officier déjà connu par des écrits utiles et par des travaux ingénieux.

M. Marestier a détruit beaucoup d'illusions; il a ramené dans les justes limites de la vraisemblance et de la réalité, les effets extraordinaires qu'on attribuoit à la navigation par la vapeur en Amérique. Il a tout soumis à des observations rigoureuses, à des mesures exactes, et n'a rien recueilli, ni rien présenté qui ne soit digne de croyance et de confiance.

M. Marestier conclut néanmoins, qu'en réduisant les choses à leur juste valeur, il reste encore d'assez grands avantages au nouveau système de navigation, pour en motiver l'adoption sur les mers et sur les rivières de l'Europe, aussi bien que sur celles d'Amérique, quoiqu'avec un avantage relatif dont l'importance est beaucoup moindre : l'Angleterre en offre déjà la preuve.

C'est au moment des grands besoins que naissent les grands services. Jamais maxime n'a mieux été vérifiée que par l'invention

Digitized by Google

des bateaux à vapeur, et pour le pays qui le premier vit cette invention devenir fructueuse en sa faveur.

C'est peu après que la Louisiane, cédée par la France, eut livré à l'Union américaine le cours entier d'un des plus grands fleuves du nouveau monde; c'est lorsque les sauvages, repoussés ou domptés, abandonnent ou concèdent dans l'intérieur des terres d'immenses contrées à peine pénétrables par une autre route que par le cours des rivières qui s'y ramifient à d'immenses distances; c'est alors que paroît avec succès un genre de navigation qui triomphe de la rapidité des cours d'eau, qui n'a besoin ni de la force du vent, qui s'élève et s'abat sans que l'homme puisse la retenir et la garder, ni d'un chemin de halage, impraticable sur les bords de fleuves vaseux, hérissés de toutes parts de forêts vierges encore (1).

Dans le court intervalle de quinze années, beaucoup de villes se sont formées sur les rives où l'on comptoit à peine les habitations d'une bourgade; des villages ont entouré les habitations isolées sur une foule de points où les bateaux ont été porter la vie et l'activité du commerce (2), qui, lui-même, a changé son

---

(1) Dans un pays où la main-d'œuvre est très-chère, les bateaux à vapeur doivent nécessairement prospérer. « Cependant, dit M. Marestier, sur les lacs, dans les baies et sur les rivières peu rapides et peu sinueuses, telles que le Hudson, ils ne peuvent soutenir la concurrence pour le transport des marchandises avec les bâtimens ordinaires; mais dès que la vitesse devient considérable, ou que les rivières serpentent dans leurs cours, comme le Mississipi, il faut renoncer aux voiles et recourir aux rames, les chemins de halage manquant par-tout : alors les bateaux à vapeur reprennent tous leurs avantages. »

(2) Avant l'établissement de ce nouveau mode de navigation sur le Mississipi, le Canada pourvoyoit par les lacs aux besoins d'une partie des nouveaux états de l'Union. On expédioit par terre, de Baltimore, de Philadelphie et de New-York, une grande quantité de marchandises à Pittsburg, d'où elles étoient transportées par eau dans les contrées de l'ouest. Aujourd'hui ces contrées reçoivent directement de la Nouvelle-Orléans presque tous les articles importés dont elles ont besoin. Le commerce de cette ville a acquis une très-grande extension, et de nouvelles colonies naissent chaque jour sur les bords des rivières que les bateaux à vapeur parcourent.

Digitized by Google

cours en faveur des anciens et des nouveaux peuples de l'Union. Un simple moyen mécanique a rendu possible et commode l'habitation des contrées auparavant désertes : des nations nouvelles s'y sont déjà formées ; et ce moyen de communication, qui n'existe que depuis quinze années, a fait naître des états qui sont admis dans les rangs de la grande confédération du nord de l'Amérique. Voilà les bienfaits de la science et de l'industrie en faveur des sociétés humaines.

Aujourd'hui, lorsqu'on part de l'embouchure du Mississipi (1), le même bateau à vapeur peut remonter ce fleuve et le Missouri jusqu'à la rivière de la Pierre-Jaune, en parcourant deux mille sept cents milles marins, ou cinq mille kilomètres (douze cent soixante lieues de postes), c'est-à-dire, en parcourant sur un seul cours d'eau naturel des États-Unis, un espace supérieur à la longueur totale des cent cinquante canaux creusés par la main des hommes sur le territoire de la Grande-Bretagne.

Dans plusieurs états de l'Union, le charbon fossile se trouve en abondance. En certains endroits, les bateaux qui transportent les voyageurs et les produits de l'industrie passent au voisinage des mines qui doivent leur fournir la force motrice; à défaut de ce combustible, les rives des plus beaux fleuves présentent d'immenses forêts, dont les bois sont, pour ainsi dire, sans autre valeur que le prix de leur exploitation.

Sans doute, ainsi que nous l'avons avancé déjà, l'Europe, surtout dans sa partie la plus civilisée, ne sauroit présenter au même degré toutes ces facilités et tous ces avantages. La navigation par

---

(1) En 1819, une flotille de bateaux à vapeur fut expédiée pour s'établir à environ seize cents milles de l'embouchure du Missouri, qui se trouve elle-même, en suivant le cours du Mississipi, à une grande distance de la mer.

En 1820, l'Union américaine s'est accrue d'un état dont le territoire comprend le haut cours du Missouri; l'accroissement de population auquel cet état doit sa naissance, est le résultat des facilités dans les moyens de communication, données depuis onze ans, par l'emploi des bateaux à vapeur sur le Mississipi et le Missouri.

Digitized by Google

la vapeur ne produira point dans l'ancien monde des changemens aussi rapides, aussi fortunés que dans le nouveau, parce que déjà les nations européennes possèdent une foule de moyens de transport qui manquent à l'Amérique; mais en beaucoup de circonstances, et dans beaucoup de localités, le nouveau système de transport aura des avantages assez marqués, assez nombreux, pour mériter que le savant cherche à les perfectionner de plus en plus par la théorie appliquée à l'expérience, et l'ingénieur par la pratique assistée de la théorie.

Tels sont les motifs qui doivent faire prendre aux travaux de M. Marestier tout l'intérêt qui s'attache à des recherches dont les résultats sont d'une grande utilité publique.

Après avoir présenté l'historique dont nous avons résumé les faits essentiels, et dont nous avons montré les principales conséquences, l'auteur décrit la forme et donne les dimensions des bateaux qu'il a vus en Amérique.

Les premiers bateaux construits par Fulton étoient plats comme le sont nos prames. En 1813, on a commencé d'arrondir la forme de leur carène, et depuis lors on a construit tous les bateaux en donnant à la courbure de leur carène une grande continuité dans le sens longitudinal et dans le sens transversal; mais en les faisant très-plats pour qu'ils tirent peu d'eau.

« Peut-être, dit avec raison M. Marestier, quand le tirant d'eau n'est pas limité, seroit-il avantageux de se rapprocher encore plus de la forme des galères, que plusieurs siècles d'expérience avoient probablement rendues très-propres à naviguer à la rame. »

Longueur des bateaux.

Ordinairement de 35 à 45^{m}, rarement au-delà de		50^{m}.		
La largeur varie.....	de	4,5	à	10^{m}.
Le creux varie ordinairement.....	de	2	à	3.
Le tirant d'eau varie.....	de	1,2	à	2.

Digitized by Google

Les premiers bateaux étoient fort étroits; ils n'avoient en largeur que le dixième de leur longueur. Ils ont aujourd'hui, pour largeur, du quart au cinquième de cette longueur : par-là, on a pu diminuer cette dernière dimension, et la profondeur ou le tirant d'eau de la carène, sans en diminuer la capacité, et sur-tout sans nuire à la stabilité, qu'on a même augmentée par ce moyen, lorsqu'on n'a pas diminué la capacité du navire.

Enfin, pour un même tirant d'eau, dans un bateau large, les sections transversales ayant plus de superficie que dans un navire étroit, la partie du navire qui doit supporter le poids énorme de la machine à vapeur et des roues avec tout leur équipage est plus volumineuse, et par conséquent supportée par un plus grand poids d'eau.

Ainsi le navire tend moins à se déformer par l'inégale répartition des poids qui agissent de haut en bas, et des pressions du fluide qui réagissent de bas en haut.

Pour qu'on puisse juger de la force des bateaux, l'auteur rapporte les dimensions des pièces principales de leur charpente : cette charpente est toujours fort légère.

Dans quelques bateaux destinés à porter des marchandises, la machine à vapeur est sur le pont. Dans les bateaux destinés au transport des voyageurs, elle est dans la cale. M. Marestier décrit avec détail l'emménagement et la distribution des logemens de ces derniers bateaux.

Il porte une attention spéciale sur tout ce qui tient au jeu de la machine et des roues motrices. Tantôt l'arbre des roues est au milieu de la longueur du bateau, tantôt il est une fois plus loin de l'arrière que de l'avant; le plus souvent il varie entre ces deux limites.

Rarement dans les bateaux mus par des machines à simple pression, la tension de la vapeur surpasse des deux tiers la tension due à la simple pression de l'atmosphère, c'est-à-dire que rarement

Digitized by Google

la hauteur du mercure dans un tube qui d'un bout communique avec la vapeur de la chaudière, et de l'autre à l'air libre, s'élève à plus de cinquante centimètres, lorsque la pression moyenne de l'atmosphère donne soixante-quinze à soixante-seize centimètres pour hauteur barométrique.

M. Marestier s'occupe avec soin de la force des machines à vapeur, comparativement à la grandeur des bateaux qu'elles ont à mouvoir.

Une observation fort importante, et que nous avons indiquée précédemment, c'est que les personnes qui tentèrent, à diverses reprises, d'exécuter des bateaux à vapeur, ont échoué, bien moins pour n'avoir pas imaginé le meilleur mécanisme qu'il fût possible de concevoir, que pour s'être contentées d'une force motrice trop peu considérable.

Il eût fallu se demander, avant tout, quelle est la puissance nécessaire pour imprimer une vîtesse donnée à un navire aussi donné. Il falloit tenir compte des pertes de puissance dues à toutes les espèces de résistance; et, d'après cette évaluation, fixer la force de la machine à vapeur destinée à faire mouvoir le bateau.

Fulton est le premier qui ait entrepris ces calculs, et Fulton a réussi. Il est parti des expériences faites, en Angleterre, par la société instituée pour le perfectionnement de l'architecture navale. Ces expériences ne lui fournirent sans doute que des données approximatives; mais cette approximation étoit suffisante pour lui indiquer entre quelles limites il devoit se tenir. Dès-lors, le succès de son entreprise acquit la certitude mathématique.

Nous insistons sur ces faits, parce qu'ils montrent à quoi tient le succès des inventions les plus ingénieuses, parce qu'il fait voir aux artistes qu'il ne leur suffit pas de combiner avec génie les élémens de leurs machines. Ils ne peuvent compter sur des succès

Digitized by Google

certains, s'ils n'éclairent leur marche par l'expérience soumise ensuite au calcul.

On regarde Fulton comme un homme de génie, parce qu'il a le premier réussi dans la navigation par la vapeur, et probablement on refuse ce titre à la plupart de ses devanciers dans la même carrière. Cependant ils avoient presque tout fait pour son propre succès. L'un avoit consacré l'emploi des roues à aubes, l'autre l'emploi de la machine à vapeur. On avoit montré qu'il étoit facile de changer l'action alternative de cette machine en un mouvement de rotation tel que celui qui convient aux roues à aubes. On avoit même fait des bateaux à vapeur qui, réunissant tous ces moyens, marchoient quoiqu'avec peu de vîtesse : il ne manquoit plus que d'accroître convenablement cette vîtesse en augmentant la force motrice, sans recourir à d'autres combinaisons mécaniques qu'à celles que déjà l'on connoissoit. C'est, ainsi que nous venons de le dire, ce qu'a fait Fulton, en s'aidant, pour cela, des données de l'expérience et des moyens du calcul. Après le succès, tout le mérite de ses devanciers s'est anéanti dans l'opinion du vulgaire. Lui seul a recueilli les fruits de la renommée, et les autres sont à peine cités par souvenir dans quelques introductions historiques.

Fulton est loin d'avoir poussé ses recherches théoriques, autant qu'il auroit fallu le faire, pour amener à la perfection le système de navigation par la vapeur. Il n'a point déterminé rigoureusement la position, la grandeur et la forme qui conviennent le mieux à toutes les parties dont se composent la charpente et le mécanisme d'un bateau à vapeur.

Partie des recherches mathématiques.

M. Marestier a tourné ses vues de ce côté ; il a commencé par recueillir les données relatives à cette position, à cette grandeur, à cette forme des principales parties, pour les bateaux les

Digitized by Google

plus estimés parmi ceux qu'on emploie aux États-Unis. Ensuite, il a déduit des données fournies par l'expérience sur la vîtesse des mêmes bateaux, des rapports mathématiques qui peuvent servir de règle pratique aux constructeurs qui voudront exécuter d'une manière raisonnée des navires à vapeur.

Sans doute les lois mathématiques auxquelles sont assujéties et la marche du navire, et l'action de la vapeur, d'après l'élévation de sa température et la perte de forces due aux frottemens de toute espèce; ces lois, dis-je, ne sont pas encore assez exactement connues, pour espérer d'atteindre à des résultats parfaitement exacts dans l'évaluation des effets qui dépendent de ces lois. Il n'y a pas seulement incertitude numérique plus ou moins étendue dans les valeurs finales auxquelles on arrive. L'incertitude s'étend sur les rapports mêmes qu'on essaie d'établir entre les quantités qu'on veut soumettre au calcul.

Néanmoins, en consultant avec soin l'expérience, on peut s'assurer, *à posteriori*, si les relations mathématiques auxquelles on s'est élevé par des hypothèses plausibles, s'éloignent ou se rapprochent des véritables résultats donnés par la nature et par les essais de l'art. On obtient alors des règles pratiques auxquelles on ne seroit jamais arrivé sans une théorie d'approximation. Telle est la marche qui doit guider les ingénieurs dans les parties de leur art où la science ne peut pas encore donner des solutions parfaitement rigoureuses. Telle est la marche que M. Marestier a dû suivre pour arriver aux résultats dont nous avons maintenant à rendre compte.

C'est ainsi qu'il a cherché les rapports qui doivent exister, ou du moins qu'on peut sans inconvénient regarder comme établis, entre la force des machines à vapeur, la grandeur des roues et de leurs aubes, et les dimensions principales du navire.

En partant de ces données prises sur dix bateaux dont il avoit observé la marche, il a comparé:

Digitized by Google

1.° La tension habituelle de la vapeur; 2.° le nombre de tours faits par les roues, dans une minute; 3.° la vîtesse du piston, correspondante à cette vîtesse des roues; 4.° le rapport de la surface d'une aube à celle d'un rectangle ayant la largeur du bateau pour base, et le tirant d'eau pour hauteur (1); 5.° l'espace parcouru, dans une seconde, par l'arête intérieure des aubes; vîtesse qui doit être au moins aussi grande que celle du bateau, si l'on ne veut pas que la partie intérieure des aubes frappe le fluide dans un sens opposé à la marche du bateau; 6.° la vîtesse du bateau estimée, en mètres, durant une seconde, pour le calcul mathématique, et en nœuds, durant une heure, pour l'usage des marins; 7.° le nombre par lequel il faut multiplier la vîtesse du bateau, divisée par le nombre des doubles oscillations du piston, pour avoir le diamètre des aubes; 8.° le multiplicateur qui fait connoître le rapport de la vîtesse du navire avec la fonction suivante:

Le diamètre du cylindre de la machine multiplié par la racine carrée du produit de l'espace que le piston parcourt, et de la hauteur de la colonne de mercure que supporte la vapeur; et ce résultat divisé par la racine carrée du produit de la largeur du bateau, de son tirant d'eau, et du diamètre des roues à aubes.

Par des calculs donnés dans les notes du premier Mémoire, M. Marestier arrive à plusieurs conclusions qu'on ne doit regarder, pour la plupart, que comme les expressions approchées des véritables lois qui nous sont encore inconnues. Nous citons en note l'énoncé des rapports approximatifs auquel l'auteur est parvenu (2).

---

(1) M. Marestier examine les avantages et les inconvéniens des grandes et des petites aubes, par rapport à la vîtesse, &c.

(2) 1.° Le cube de la vîtesse du bateau est plus petit que la force de la machine divisée par la résistance du bateau, et le cube de la vîtesse moyenne des aubes est plus grand que

Digitized by Google

Ce multiplicateur n'est pas un nombre constant; il varie de 20,29 à 27,65 pour les bateaux que M. Marestier soumet à ses calculs.

La moyenne de tous les multiplicateurs, à l'exception d'un seul que M. Marestier rejette, parce qu'il n'est pas sûr de la vîtesse du bateau qui lui correspond, cette moyenne, dis-je, égale 23,41. Cependant M. Marestier préfère le nombre 22: es exemples mêmes auxquels il applique ce dernier multiplicateur, nous semblent démontrer qu'il vaudroit mieux employer le premier (1).

Il importe d'observer que le multiplicateur, cherché par M. Ma-

---

cette même quantité qui est la limite du cube de l'une et de l'autre vitesse, limite qui ne pourroit être atteinte que si les aubes étoient infinies.

2.° La vitesse du bateau est en raison directe de la racine cubique de la force de la machine, et en raison inverse de la racine cubique de la résistance du bateau et de la quantité $1 + \frac{l}{x}$; la résistance du bateau étant représenté par b^3, et celle des aubes par a^3.

3.° Le rapport de la quantité $\sqrt[3]{1 + \frac{l}{x}}$, déterminée pour un bateau, à la quantité analogue $\sqrt[3]{1 + \frac{l'}{x'}}$, déterminée pour un autre bateau, différant peu de l'unité, la vitesse d'un bateau est à peu près proportionnelle à la racine cubique de la force de la machine, divisée par la racine cubique de la résistance du bateau.

4.° La vitesse d'un bateau est par suite à peu près égale à un coefficient constant, multiplié par la racine cubique du *produit*.....

De la hauteur de la colonne de mercure que la vapeur peut supporter,

Du carré du diamètre du piston,

De la course du piston,

Et du nombre de fois qu'il s'élève en une minute.

Ce *produit* divisé par la racine cubique du produit de la largeur du bateau,

Et de son tirant d'eau.

Ce dernier rapport conduit à la valeur que nous avons déjà donnée pour le *multiplicateur* de la simple vitesse.

(1) En appliquant le nombre 22 à la recherche de la vitesse du bateau à vapeur *l'Africain*, construit pour la marine française, M. Marestier trouve une vitesse trop foible de 0,04. En prenant 23,41, on trouve une valeur qui ne diffère pas de 2 pour cent de la vitesse donnée par l'expérience.

Si l'on prenoit 22 pour valeur moyenne du multiplicateur, ainsi que M. Marestier l'a fait dans son Mémoire, on pourroit dans plusieurs cas n'avoir pas la véritable vîtesse à un dixième près; c'est ce qui arrive, par exemple, au bateau *la Virginie*, pour lequel une vîtesse

Digitized by Google

restier, dépend de la bonté des machines à vapeur, de l'engrenage plus ou moins bien exécuté pour la transmission des mouvemens, de la structure du navire, des formes mêmes et des proportions de la carène, &c. A mesure qu'on perfectionnera ces diverses parties, le multiplicateur de la vîtesse augmentera de grandeur (1), toutes choses égales d'ailleurs; mais cet accroissement même, constaté soigneusement par d'habiles ingénieurs, fera connoître le progrès de l'art.

Poursuivons l'examen des rapports établis par M. Marestier, entre les divers élémens d'où dépend la marche des bateaux à vapeur.

Par une application fort simple de la méthode *de maximis et minimis*, il arrive à cette conclusion : la vîtesse d'un bateau remontant un cours d'eau quelconque, doit être une fois et demie la vîtesse du courant, pour que la consommation de forces payées (c'est-à-dire la consommation du combustible) soit la moindre possible; mais presque toujours cette vîtesse est au-dessous de celle qu'il faut atteindre pour satisfaire aux besoins du commerce, et sur-tout aux besoins de la circulation des voyageurs.

Dans le cas où le bateau remonte avec une fois et demie la

---

de $3^{m},3$ par seconde, exige un multiplicateur égal à 25, 24. Alors 22 pris pour multiplicateur, donneroit pour vîtesse un nombre trop foible de près de 15 pour cent.

En prenant 23, 41, pour multiplicateur, on trouveroit une vîtesse qui ne seroit trop foible que d'un peu moins de 8 pour cent.

Quant aux deux bateaux *la Delaware* et *les États-Unis* qui donnent des multiplicateurs au-dessous de 22, il faudroit connoître si, dans les particularités de leurs formes, il n'y a rien d'extraordinaire qui puisse expliquer la foiblesse extrême de leurs multiplicateurs. Or, on voit dans les notes du Mémoire de M. Marestier qu'un de ces deux bateaux avoit les formes très-massives et peu favorables à la marche : il est probable qu'il existe une cause analogue pour l'autre bateau.

(1) Peut-être que dans *le Savannah*, pour lequel le multiplicateur est fort supérieur à la valeur moyenne, il existe déjà des perfectionnemens qui n'existent pas dans les autres bateaux.

Digitized by Google

vîtesse du courant, il faut trois fois plus de force motrice, si cette force agit à bord, soit par une machine à vapeur, soit par un manége, qu'en se halant d'un point fixe comme le rivage.

Lorsque le courant est fort rapide, si la force dont on dispose est à bord, il devient avantageux de remonter en se halant du bord même, sur un cordage fixé à quelque point au-dessus du navire; mais s'il faut remonter quand le courant a peu de vîtesse, et dans tous les cas s'il faut descendre, on doit préférer l'emploi des roues à aubes mues par la force intérieure du bâtiment. Les caractères de ces modes d'action ont été reconnus par plusieurs mécaniciens qui ont fait usage du premier mode pour passer les ponts ou remonter des fleuves rapides, tandis qu'ils ont généralement préféré le second pour descendre les cours d'eau.

Les résultats que nous venons d'énumérer ne sont qu'indiqués dans le corps du Mémoire. Tous les moyens de calcul sont rejetés dans une note : par ce moyen l'auteur a mis son mémoire à la portée des lecteurs qui ne sont pas versés dans les applications du calcul à l'effet des machines.

Il a pareillement rejeté dans une note les calculs nécessaires à la recherche approximative des effets des machines à simple et à haute pression, et des machines à rotation immédiate employées pour faire marcher les bateaux. Il reconnoît une grande économie de combustible dans l'emploi des machines à haute pression, et ne partage nullement les craintes qui les ont fait abandonner en Europe pour la navigation.

Digitized by Google

Suite des descriptions.

Après avoir exposé l'ensemble des résultats mathématiques auxquels est parvenu M. Marestier, nous allons le suivre dans ses descriptions des bateaux à vapeur exécutés en Amérique.

Il accompagne de détails de construction, de structure et d'installation, les plans parfaitement dessinés des bateaux, *le Chancelier Livingston*, navire de quatre cents tonneaux mu par une machine équivalente à la force de soixante chèvaux; *le Fulton*, bateau remarquable en ce qu'il est le premier dont la carène n'ait pas un fond plat et horizontal; *le Washington; le Savannah* qui porte trois mâts verticaux et qui a fait les voyages de New-York à Liverpool et à Pétersbourg, en employant tour-à-tour la force de ses voiles et celle de sa machine; enfin *le Paragon*, destiné par l'auteur à présenter le modèle d'un bateau à vapeur qui porte des voiles sur deux mâts verticaux.

M. Marestier décrit ensuite les bateaux à double carène employés, comme en Angleterre, au passage des rivières. La vaste plate-forme, établie sur les deux carènes et sur l'espace qui les sépare, espace où jouent les roues à aubes, rend ces bateaux très-commodes pour le passage des chevaux, des voitures, des bestiaux, &c.; mais ces bateaux vont moins vîte que s'ils n'avoient qu'une carène continue, dont la capacité fût égale à celle des deux carènes isolées. Quand ils sont près d'aborder le rivage, on change la direction du jeu des roues, et l'on amortit promptement la vîtesse acquise en vertu de laquelle le bateau se briseroit contre les quais.

Aux États-Unis, on remplace quelquefois par un manége de chevaux la machine à vapeur des bateaux à double carène. L'auteur décrit les communications de mouvement que ce système nécessite, 1.° quand le plan du manège est horizontal; 2.° quand

Digitized by Google

il est incliné. Dans ce dernier cas, l'on tire sans doute un plus grand parti de la force des chevaux, mais on les fatigue beaucoup plus. M. Marestier observe avec justice que la première idée de faire avancer des bateaux par un manége a pris naissance dans notre patrie : c'est ce qu'on peut voir dans le recueil des machines approuvées par l'Académie pour l'année 1732.

La quatrième partie du premier Mémoire, l'une des plus importantes et la moins susceptible d'analyse, est consacrée à la description des machines à vapeur employées sur les bateaux d'Amérique.

M. Marestier donne d'abord les plans et la description d'une machine perfectionnée, à pression simple et à double effet, telle que la plupart de celles qu'on emploie maintenant à bord des bateaux américains.

Nous avons dit que la première machine, exécutée pour les bateaux de Fulton, fut construite par Watt et d'après son système, que d'abord on suivit aux États-Unis. Les Américains profitèrent ensuite des perfectionnemens imaginés, soit en Europe, soit dans leur propre contrée.

L'auteur donne les plans et la description d'une machine à haute pression, telle qu'il l'a trouvée à bord du bateau *l'Etna*, de Philadelphie. Les machines de ce genre ne sont que rarement employées pour des navires à vapeur. Elles ont été construites par Olivier Évans, auquel on doit un bon traité sur ces machines qu'il a beaucoup perfectionnées : elles jouent, à bord des bateaux, par l'effet d'une vapeur dont la force élastique égale celle de dix atmosphères.

M. Marestier fait au sujet de ces machines une remarque très-judicieuse :

« Plusieurs auteurs, dit-il, ont calculé les effets de la vapeur qui se dilate; mais aucun, que je sache, n'a eu égard à l'abaissement de température qu'elle éprouve. Ils sont arrivés à des valeurs

Digitized by Google

de cet effet qui sont trop considérables, et que je crois inutile de rapporter. On ne parviendra à des résultats précis que lorsqu'on aura vérifié, à de hautes températures, les lois de la formation et de la dilatation des vapeurs, et reconnu celle que suit la force expansive, &c.

» Dans l'état actuel de nos connoissances, l'expérience seule, ajoute-t-il avec raison, me paroît devoir déterminer la durée de l'introduction de la vapeur dans le cylindre. »

Pour calculer l'épaisseur de sa chaudière, Olivier Evans part de ce principe auquel parvint le géomètre Parent, ancien membre de l'Académie des sciences, et qu'on trouve consigné par Bélidor dans son architecture hydraulique : *La pression normale exercée contre la paroi circulaire d'un tuyau cylindrique, par la vapeur contenue dans le tuyau, est à l'effort qui tend à déchirer cette paroi, tangentiellement au cercle qui marque son contour, comme la circonférence de ce tuyau est à son rayon.*

En calculant, d'après ce principe et d'après des faits d'expérience, la force à laquelle une chaudière peut résister, M. Evans exige que cette résistance soit dix fois aussi grande que la force à laquelle elle devra s'opposer quand la machine exercera la haute pression de sa vapeur (1). Par conséquent, à moins d'une négligence extrême, il semble impossible que la force de la vapeur s'accroisse au-delà de ses limites ordinaires, jusqu'à décupler de valeur et devenir assez grande pour occasionner la rupture de la chaudière. Si de temps à autre, dit M. Marestier, on ouvre la soupape de sûreté pour s'assurer que rien ne l'empêche de jouer, on doit être sans inquiétude sur des machines qui, par leur légèreté, le peu d'emplacement qu'elles exigent, l'économie sur les frais d'établissement et sur la dépense du combustible, peuvent être utiles dans beaucoup d'occasions.

(1) Le contour des chaudières est en fer forgé : les bases sont en fer coulé.

Digitized by Google

En 1818, M. Evans a soutenu, sans qu'on l'ait réfuté, que toutes les chaudières de bateaux à vapeur qui ont crevé en Amérique, appartenoient à des machines à simple pression. La seule exception qu'on ait citée est celle du bateau *la Constitution*, qu'on avoit construite en s'écartant des principes établis par M. Evans.

Pour montrer l'effet des machines à haute pression, d'après le système de cet habile mécanicien, M. Marestier cite la machine établie à Philadelphie pour élever les eaux. En vingt-quatre heures elle élève à trente mètres plus de vingt mille tonneaux d'eau, et ne consomme que quarante-trois stères et demi de bois qu'on emploie directement au lieu de charbon fossile : elle n'a coûté que 123,000 francs, tandis qu'une machine ordinaire, exécutée pour produire les mêmes résultats, auroit coûté (en Amérique) 200,000 francs.

L'auteur compare les machines d'Evans à celles de Wolf, perfectionnées par M. Edwards. Les premières occupent moins de place, sont plus légères, n'ont à vaincre que le frottement d'un seul piston, enfin sont moins coûteuses et plus faciles à fabriquer; mais celles d'Edwards ont aussi des avantages qui leur sont propres : elles sont préférables quand il s'agit de produire un mouvement très-uniforme, &c.

Enfin, M. Marestier décrit une machine à vapeur qui communique immédiatement aux roues du bateau la rotation qu'elles doivent prendre, sans recourir à l'intermédiaire des mouvemens alternatifs d'un piston. Une machine de ce genre équivalente à la force de soixante chevaux, fut établie à bord du bateau *la Surprise :* c'est celle que M. Marestier décrit. Dans le jeu de cette machine, exécutée par M. Stiles, de Baltimore, la pression est quintuple de celle de l'atmosphère. On obtient un mouvement régulier de rotation sans avoir besoin, comme pour la machine d'Evans, d'employer un balancier; mais cet avantage est en partie compensé par l'inconvénient de ne pas profiter du développe-

Digitized by Google

ment de la force élastique de la vapeur, réduite par degrés à de moindres termes avant qu'on la laisse échapper.

La machine de soixante chevaux, établie à bord de *la Surprise*, consomme en seize heures vingt-deux stères de bois. On assure qu'elle a fait, durant ce temps, parcourir cent vingt milles nautiques au bateau, et qu'il gagnoit de vîtesse tous les bateaux qui, en 1817, existoient à Baltimore.

La machine et ses chaudières coûtent 66,000 francs, pour une force de soixante chevaux; et 44,000 francs, pour une force de trente chevaux : elle est plus simple, et susceptible de tenir dans un espace plus petit encore que les machines d'Evans.

Après avoir fait connoître les avantages respectifs de la structure des diverses espèces de machines à vapeur, M. Marestier décrit les différentes manières d'établir ces machines à bord des bateaux. Il finit, en donnant sur la construction et sur le service des chaudières, plusieurs résultats d'observation qui ne peuvent être que d'une grande utilité pour les praticiens.

Les Américains, depuis plusieurs années, ne font plus qu'en cuivre les chaudières qui doivent servir aux machines à vapeur ordinaires entretenues avec de l'eau de mer. Le dépôt de cette eau adhère peu au cuivre qui se gerce moins aisément que le fer, et qui est plus ductile. Lorsque les bateaux font de longs voyages, il faut chaque jour renouveler plusieurs fois par parties l'eau de la chaudière, afin d'empêcher qu'un sédiment trop abondant ne se précipite. On se contente, à la fin de chaque voyage, de nettoyer les bateaux qui ne font pas de trajets de plus de vingt-quatre heures. Ce nombre d'heures suffit pour qu'il se forme un précipité dont l'épaisseur va jusqu'à un millimètre et demi. Comme ce sédiment est très-dur, on pourroit, dit l'auteur, par l'évaporisation de l'eau marine, à une certaine température, se procurer des empreintes assez solides.

Les notes du Mémoire dont nous venons de présenter l'analyse

Digitized by Google

contiennent des explications et des démonstrations que l'auteur n'a pas cru devoir donner dans le texte.

Une première note est consacrée aux bateaux à vapeur les plus remarquables que l'auteur a vus dans les différens ports, ou sur lesquels il a navigué. Il rapporte avec soin les vîtesses qu'il a calculées lui-même, soit d'après la durée totale ou partielle de leurs voyages, soit d'après le temps qu'ils ont mis à parcourir un espace égal à leur longueur.

Au sujet des bateaux de l'état de New-York, M. Marestier présente le tableau de la grande navigation intérieure que les Américains travaillent maintenant à compléter.

New-York est au fond d'une vaste baie, à l'extrémité d'une île située au milieu du fleuve Hudson. En partant d'Albany ou de New-York, quarante-six écluses élèveront les bateaux à cent vingt-huit mètres au-dessus de l'Hudson; en parcourant cent quatre-vingt-deux kilomètres, ils arriveront à Rome, descendront de là dans le bassin du Ténessée; remonteront au moyen de vingt-cinq écluses, puis entreront dans le lac Érié, à deux cent soixante-deux kilomètres du Ténessée : alors ils se trouveront élevés de cent soixante-douze mètres au-dessus de l'Hudson.

Des embranchemens du canal, formés par des rivières rendues navigables, conduiront au lac Ontario, séparé maintenant du lac Érié par la grande chute du Niagara, impraticable à la navigation.

Le seul bassin du Mississipi comprend une superficie égale à six fois celle de la France. Ce fleuve qui charie beaucoup de limon, a ses bords trop vaseux, il a des hausses et des baisses trop grandes pour qu'on puisse pratiquer sur ses bords des chemins de halage.

C'est d'ordinaire à force de rames et quelquefois en se halant sur des points fixes au moyen d'un cordage tiré du bord, que les bateaux remontent le fleuve; ils ne peuvent guère avancer que de quatorze à quinze milles par jour, malgré le grand nombre

Digitized by Google

des mariniers et leur attention à naviguer dans les parties du fleuve où le courant a le moins de rapidité.

On croyoit que la vîtesse du Mississipi étoit de trois nœuds et demi, tandis qu'elle n'est en réalité (terme moyen) que de deux nœuds et demi. Cette erreur a fait qu'on a demandé des bateaux à vapeur qui pussent marcher fort vîte afin de remonter le fleuve. Cette erreur fut donc favorable aux progrès de l'art, et fit faire des efforts de plus en plus grands pour obtenir de meilleurs bateaux marcheurs. Dès 1811, Fulton mérita d'obtenir le privilége exclusif qu'il obtint, en effet, de l'état de la Louisiane, pour naviguer sur ce fleuve avec des bateaux à vapeur.

Les bateaux employés en Amérique présentent beaucoup de variétés : la plupart ont deux roues sur les côtés; quelques-uns n'ont qu'une roue placée à l'arrière, comme pour les bateaux qui naviguent actuellement sur la Seine.

M. Marestier présente une liste des principaux bateaux à vapeur qui naviguent sur le Mississipi et sur les rivières qui se jettent dans ce fleuve, en accompagnant de notes explicatives le nom de chaque bateau sur lequel il a pu se procurer des renseignemens particuliers.

L'estimation de la vîtesse des bateaux à vapeur, intéressante pour juger des effets de la machine, dépend de la durée des voyages et de la longueur des distances. M. Marestier discute ces distances, et cherche à déterminer les plus vraisemblables par-tout où il y a des différences dans les valeurs données par les marins ou les géographes. Il donne ensuite l'idée des calculs de Fulton pour déterminer les effets de la force de la vapeur appliquée à la navigation.

Trois notes fort remarquables, et dont nous avons déjà parlé, présentent les recherches nécessaires au calcul de l'effet des diverses espèces de machines à vapeur employées à bord des bateaux.

Digitized by Google

La neuvième et dernière note offre la description de divers moyens imaginés, ou seulement exécutés par les Américains, pour remplacer l'action des rames par d'autres agens mécaniques.

Signé SANÉ, BIOT, POISSON, et Charles DUPIN, *rapporteur.*

L'Académie approuve le rapport et en adopte les conclusions.

Certifié conforme :

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques,

Signé B.on FOURIER.

SECOND MÉMOIRE.

MARINE MILITAIRE DES AMÉRICAINS (1).

LE second Mémoire est, comme le premier, accompagné d'un appendice où l'on trouve d'abord les dimensions les plus importantes de dix-huit goëlettes, et les dimensions de la mâture de ce genre de bâtimens légers que les Américains construisent et manœuvrent avec une supériorité reconnue par les marins de toutes les nations.

(1) Cette partie du rapport a été lue à la séance du 27 janvier 1823, et adoptée par l'Académie.

Digitized by Google

L'auteur décrit ensuite une machine à curer les ports et les rivières mue par un manége établi sur le bateau même qui porte la machine.

Il décrit pareillement les moyens de perçage employés pour forer les pompes, pour creuser les trous où l'on loge les dez qui servent au nouvel assemblage des mâts; il décrit la forme et donne les dimensions des tarières en hélice d'invention américaine &c.

Il parle aussi des machines de corderie imitées des Anglais, et qu'on a reproduites en France avec des modifications ingénieuses dues à M. Lair, directeur des constructions navales, et à M. Hubert, officier supérieur du génie maritime, qui les ont exécutées en prenant pour base les descriptions des procédés anglais observés et décrits par un des membres de votre commission. M. Marestier fait connoître avec étendue les machines employées par les Américains pour fabriquer les clous. Il y a de ces machines qui font cent quarante clous par minute, et par conséquent quatre-vingt-quatre mille en dix heures de travail.

CONCLUSIONS.

Tel est l'ensemble des sujets que M. Marestier a traités dans ses deux Mémoires. Il falloit beaucoup de sagacité et de talent d'observation pour en recueillir les matériaux. Ces matériaux sont mis en œuvre avec une concision toute géométrique. L'ouvrage que nous venons d'examiner présente toutes les données utiles que l'auteur a pu recueillir, toutes les conséquences qu'un esprit juste et calculateur pouvoit en déduire, et rien au-delà. Cette sagesse est un des caractères les plus remarquables du travail étendu que nous venons d'examiner. On y retrouve le fruit de

Digitized by Google

cet esprit mathématique propagé par l'enseignement de l'École polytechnique. Il est honorable pour l'enseignement de cette École de former des élèves qui, mûris par l'expérience, puissent autant voir et sur-tout aussi bien voir, en observant tous les élémens qu'il importoit de recueillir pour arriver à des conséquences démontrées, et pour mettre les ingénieurs en état d'exécuter, d'après les bases dont on leur a donné le degré d'exactitude, les travaux neufs et difficiles qu'exige d'eux l'architecture navale appliquée à la navigation par la vapeur.

Par l'importance du sujet, par la manière habile dont il est traité, par les difficultés d'observation qu'il a dû présenter, et par les conséquences auxquelles l'auteur est arrivé, ses travaux nous paroissent dignes d'occuper un rang très-distingué dans l'estime des gens de l'art et des savans. Ils font honneur au corps du génie maritime qui possède un tel ingénieur; ils font honneur au ministère de la marine qui a su distinguer le vrai mérite et lui donner une occasion marquante de se montrer dans un grand jour et d'ajouter encore aux premiers services qui déjà l'avoient fait connoître.

Lorsque M. Marestier aura retranché quelques devis et quelques détails techniques qu'il étoit important de recueillir, mais qui seront utiles seulement au porte-feuille des ingénieurs, nous pensons que son ouvrage sera très-digne de l'impression, et rendra des services signalés à la nouvelle branche d'industrie maritime qui, chez nous, est encore peu avancée. Si la nature spéciale des matières que l'auteur a traitées rend onéreuse et difficile une telle entreprise, il est de la munificence de l'autorité publique d'aider à cette impression comme elle l'a fait pour la publication de plusieurs autres voyages; enfin nous pensons que l'Académie doit accorder son approbation aux deux Mémoires de M. Marestier. Nous lui proposons de déclarer qu'ils sont dignes de faire partie de la collection des savans étrangers, pour y être insérés,

Digitized by Google

dans le cas où le Gouvernement ne trouveroit pas d'autre moyen plus favorable pour en faire jouir notre marine militaire et marchande.

Signé à la minute, SANÉ, BIOT, POISSON, et Charles DUPIN, *rapporteur*. Adopté dans la séance du 27 janvier 1823.

L'Académie approuve le rapport et en adopte les conclusions.

Certifié conforme :

Le Secrétaire perpétuel pour les sciences mathématiques,

Signé B.on FOURIER.

Digitized by Google

MÉMOIRE

SUR

LES BATEAUX A VAPEUR

DES ÉTATS-UNIS

D'AMÉRIQUE.

ARTICLE PREMIER.

De l'application des machines à vapeur à la navigation.

Dans l'enfance de la navigation, l'homme n'employa que sa seule force à imprimer le mouvement aux pirogues grossières dont il se servoit; les pagaies et les rames furent long-temps sans doute ses seuls instrumens; un peu plus tard, il apprit à faire usage de la force du vent pour ajouter à celle de ses bras, ou pour en tenir lieu. L'emploi des animaux à haler les bateaux le long des rivières est une combinaison si simple qu'elle dut aussi se présenter de bonne heure. Enfin, dans des temps beaucoup plus rapprochés de nous, lorsque les arts eurent acquis un certain degré de perfectionnement, on eut l'idée de substituer l'action des machines aux moyens jusque-là usités dans la navigation. On se servit de la force de l'eau pour vaincre la résistance

Digitized by Google

que l'eau oppose au mouvement des corps flottans, et le feu est l'agent que, tout récemment, l'industrie a mis à contribution.

Les premiers essais de moyens mécaniques, dont les résultats (1) soient venus à ma connoissance, sont ceux que M. Duquet fit avec quelque succès au Havre et à Marseille, de 1687 à 1693. Dans le grand nombre de projets, publiés depuis cette époque pour remplacer les rames ou suppléer à l'action du vent, on doit particulièrement distinguer celui de M. D. Bernouilli qui, dans son hydrodynamique, imprimée en 1738, fit voir qu'on pourroit tirer un grand parti de la réaction de l'eau sur les parois des vases d'où elle s'ecoule.

L'Académie des sciences dirigea l'attention de l'Europe sur cet objet, en le proposant pour le sujet du prix de 1753; MM. D. Bernouilli, Euler et Mathon de la Cour, dont les Mémoires furent imprimés par l'Académie, soumirent au calcul divers moyens parmi lesquels plusieurs étoient nouveaux; ils s'occupèrent de l'effet des roues à aubes, des roues en ailes de moulin, des panneaux à charnières, ou fixés sur leurs montures, mis en mouvement parallélement ou perpendiculairement à la quille, &c.

M. D. Bernouilli reproduisit son idée d'employer la réaction de l'eau qui s'écoule, et trouva qu'une machine à vapeur, comme étoit alors la grande machine hydraulique de Londres, capable d'élever à un mètre de hauteur quatre-vingt-cinq tonneaux d'eau par minute, c'est-à-dire de la force de vingt à vingt-cinq che vaux, ne feroit parcourir à un vaisseau, quelque moyen de transmission de la force qu'on adoptât, que 1,^{m}2 par seconde, ce qui revient à un peu plus de deux nœuds (2).

---

(1) M. de Montgéry, dans le n.° 36 des *Annales de l'industrie* (décembre 1822), et dans le n.° 4 du *Bulletin des sciences militaires* (avril 1824), a prouvé par plusieurs citations que l'idée d'employer les roues à aubes dans la navigation est très-ancienne.

(2) Les nœuds ou divisions de la ligne de log ont 15,^{m}4321 de longueur, et comme le

Digitized by Google

Vers la même époque, M. Gautier, chanoine régulier, ancien professeur de mathématiques, présenta à la Société royale de Nancy un mémoire dans lequel, après avoir établi que pour donner à un vaisseau une grande vîtesse, la force de son équipage étoit insuffisante, il propose comme le seul moyen d'y parvenir l'emploi d'une machine à feu, et indique plusieurs manières de l'appliquer à produire un mouvement de rotation (1).

En Angleterre, M. Savery, en 1698, la même année qu'il prit un brevet d'invention pour les pompes à feu, publia la description d'une machine pour remplacer les rames; mais il s'agissoit uniquement de changer le mode d'application de la force des hommes : l'emploi de la vapeur étoit encore au berceau. La nouvelle pompe n'étoit propre qu'à élever de l'eau, et ne pouvoit point servir directement de moteur à d'autres machines.

En 1712, M. Newcomen, par l'addition d'un piston, la rendit susceptible de produire un mouvement alternatif.

En 1736, M. Hulls prit un brevet d'invention pour un bateau à vapeur, dont il fit imprimer la description l'année suivante; c'est la première idée de ce genre qui soit citée par les Anglais. L'intention de l'auteur étoit de transmettre par des cordes le mouvement du piston de la pompe à des roues à aubes établies de chaque côté à la poupe du bateau. Des moyens aussi imparfaits ne pouvoient réussir : la pompe à feu n'a été employée que

---

sablier qui sert à mesurer le temps dure 30", chaque nœud correspond à $0^m,5144$ par seconde, et à un mille marin par heure.

Je me servirai souvent de cette dernière mesure, qui a $1851^m,85$ de longueur. Son emploi est général chez les nations maritimes, parce qu'elle se rapporte aux minutes des grands cercles du globe, et qu'elle sera une unité commode tant que l'on conservera l'usage de la division sexagésimale de la circonférence du cercle.

Un mètre par seconde revient à un mille marin neuf cent quarante-quatre millièmes par heure, ou à un nœud neuf cent quarante-quatre millièmes.

(1) *Mémoires de la Société royale de Nancy*, tome III, imprimé en 1755. Je dois cette citation à M. de Montgéry.

Digitized by Google

plus tard à produire directement un mouvement de rotation continu comme celui des roues à aubes (1). Tout porte ainsi à croire que le projet de M. Hulls n'a point été exécuté, et M. Périer, qui a fait ses expériences en 1775, seroit le premier qui auroit construit un bateau à vapeur (2). La machine à peine de la force d'un cheval ne put procurer assez de vîtesse au bateau pour qu'il remontât avantageusement la Seine, et M. Ducrest, dans ses *Essais sur les machines hydrauliques* (Paris 1777), trouve, par un calcul dont à la vérité on peut contester le principe, que le bateau de M. Périer auroit acquis une vîtesse de plus de $2^{m},25$ par seconde (environ quatre nœuds et demi), si la machine eût été de la force de quinze à vingt chevaux. L'abbé Darnal en 1781, M. de Jouffroi en 1782 et M. Desblancs en 1802 et 1803, ont proposé ou fait exécuter de nouveaux bateaux à vapeur.

En 1785, M. Miller de Dalswinton a fait des expériences sur

---

(1) D'après *la Cyclopedia* de M. Rees (article *Steam engine*), M. Watt n'a exécuté qu'en 1778 ou 1779, le *modèle* du mécanisme qu'il se proposoit d'adapter à la machine à vapeur pour la rendre propre à produire un mouvement de rotation, et son brevet d'invention (*Repertory of arts*, tome I) n'est que de 1782.

Les droits de M. Washbrought, cité par M. Grégory comme le premier Anglais qui ait fait cette application, ne remontent aussi qu'à 1778 (*Gregory's Mecanics*, tome II).

Cependant dès 1755, ainsi que je l'ai déjà dit, plusieurs moyens avoient été proposés par M. Gautier pour faire tourner les roues qu'il avoit adoptées. En 1769, M. Cugnot avoit fait usage de la vapeur pour mettre les voitures en mouvement. On voit dans la galerie d'entrée du Conservatoire des arts et métiers, sous le n.° 78, un charriot exécuté à l'arsenal de Paris, en 1770, sous la direction de cet officier, dans lequel une machine à vapeur à deux corps de pompe est employée à donner le mouvement aux roues.

Selon M. Saint-Alban, des machines analogues avoient été proposées et rejetées avant 1768 (*Mémoire présenté au Roi*, en 1768 et 1771, par M. Saint-Alban).

Vers la même époque un mouvement de rotation avoit été obtenu à Hartley, et M. Stewart avoit pris un brevet d'invention pour une semblable application. M. Périer, qui lui-même avoit exécuté en 1775 un mécanisme ingénieux pour faire tourner les roues à aubes de son bateau à vapeur, a négligé de comparer les dates, lorsque dans la petite *Notice sur les machines à vapeur* qu'il a fait imprimer en 1810, il attribue à M. Watt leur première application à un mouvement de rotation.

(2) Selon M. de Montgéry (*Annales de l'industrie*, décembre 1822, page 297), les essais de M. Périer ont été provoqués par ceux de M. le comte d'Auxiron faits l'année précédente.

Digitized by Google

un bateau double entre les deux parties duquel étoit une roue à aubes. Ce bateau fit un voyage en Suède en 1789. M. Miller en avoit publié la description en 1787, et avoit, dit-on, le projet de faire mouvoir les roues par une machine à vapeur. C'est à lui, ou à M. Clarke, dont les essais eurent lieu à Leith, vers 1791, qu'on attribue en Angleterre les premiers bateaux sur lesquels on ait fait usage de ce moteur.

Lord Sthanhope, dans le but aussi d'employer les machines à vapeur à la navigation, fit, vers 1795, beaucoup d'expériences infructueuses sur des rames en forme de pattes d'oie.

MM. Bunter et Dickinson firent de nouveaux essais sur la Tamise en 1801, mais leur bateau n'acquit qu'une foible vîtesse. Celui qu'avec l'appui de lord Dundas, M. Symington construisit la même année sur le canal de Forth et Clyde, fut bientôt abandonné. On prétend qu'un des motifs est que l'agitation de l'eau endommageoit les bords du canal, quoique les roues fussent placées dans le bateau vers l'arrière. Le cylindre étoit horizontal.

En 1808, M. Linaker a obtenu un brevet d'invention pour des bateaux à vapeur dans lesquels étoient placées des pompes qui devoient puiser l'eau à l'avant et la forcer de sortir à l'arrière. Il paroît que dès 1793 il avoit fait quelques expériences.

Jusque-là on ne doit voir que des tentatives : c'est en 1812 seulement, que MM. Bell et Thomson, excités par le succès des bateaux à vapeur en Amérique, ont construit, sur le Clyde, le premier qui ait réussi en Angleterre.

Le docteur Franklin, dans sa lettre à M. Leroi, du 5 avril 1775, ne considérant que le cas extrême de roues à aubes immergées jusqu'à l'arbre, avoit cru prouver que celles qu'on avoit proposé de placer sur les côtés des bateaux occasionneroient une très-grande perte de force. Il pensoit plus favorablement de l'idée d'employer des pompes à prendre l'eau à l'avant du bateau et à la refouler à l'arrière, et ne regardoit pas comme impossible qu'une

Digitized by Google

machine à vapeur servît avantageusement à les mouvoir. C'est à lui peut-être qu'il faut faire remonter l'origine des essais qui ont été faits en Amérique sur la navigation par la vapeur.

Dans l'intention d'éviter les inconvéniens signalés par le docteur Franklin, M. Fitch, de 1786 à 1790, et, selon d'autres, dès 1783, fit usage de rames en forme de pelles verticales; mais la machine à vapeur, trop foible, put à peine imprimer à son bateau une vîtesse de deux nœuds et demi. En 1787, il construisit un autre bateau qui fit plusieurs courses sur la Delaware, et qui, si l'on en croit les antagonistes de M. Fulton, fila quelquefois cinq, six et sept nœuds. Mais les dérangemens continuels du mécanisme, et peut-être encore plus le découragement des actionnaires, qui avoient déjà fait de grandes dépenses, firent abandonner cette entreprise. M. Fitch vint en Europe en 1791, et forma, avec M. Vail, consul américain à Lorient, le projet d'établir des bateaux à vapeur en France; le Gouvernement parut d'abord applaudir à leur dessein; mais les circonstances s'opposèrent à son exécution.

M. Rumsey, contemporain de M. Fitch, auquel il dispute la priorité, encouragé par le docteur Franklin, employa une machine à vapeur à pomper l'eau à l'avant d'un bateau et à la forcer de sortir à l'arrière; il commença peut-être dès 1784 ses expériences. On dit qu'en 1787, son bateau fit deux nœuds et demi : aussi peu soutenu en Amérique que M. Fitch, il passa également en Europe, et continua ses recherches, à Londres, vers 1805.

De 1790 à 1797, M. Morey appliqua le même moteur à diverses sortes de rames, et notamment à des roues à aubes, placées soit à l'arrière, soit sur les côtés d'un bateau; il ne réussit pas mieux que MM. Fitch et Rumsey à réunir les fonds nécessaires à de telles entreprises : peut-être la construction des machines à feu n'étoit-elle pas encore assez connue en Amérique pour que ces diverses expériences pussent avoir des résultats avantageux.

Je passe sous silence quelques autres essais peu importans, pour

Digitized by Google

en venir à M. Livingston, dont l'esprit éclairé et la fortune ont tant contribué à l'établissement des bateaux à vapeur.

Il voyoit avec le plus grand intérêt les tentatives de ses compatriotes, et cherchoit, de son côté, un moyen qui pût servir, sans inconvéniens, dans une mer agitée; il pensoit le trouver dans une roue horizontale qui, tournant très-rapidement au fond du bateau, dans un puits ou archi-pompe, aspiroit l'eau par le centre et l'obligeoit, par l'effet de la force centrifuge, à sortir par une ouverture à l'arrière du bateau.

L'état de New-York lui accorda, en 1798, un privilège de vingt ans, sous condition qu'avant le 27 mars 1799, il feroit marcher un bateau avec une vîtesse de quatre milles par heure, ou de trois nœuds et demi (1). Cette époque se passa sans qu'il pût réussir; il obtint même, en 1799, un délai de deux ans, qui s'écoula sans qu'il eût plus de succès, quoiqu'il eût essayé plusieurs autres moyens, tels que des roues en ailes de moulin, des surfaces en hélice, des pagaies, des pattes d'oie, des chaînes sans fin, &c. et que, pour une partie de ces expériences, il se fût adjoint MM. Kinsley et Roosevelt, mécaniciens estimés, et M. Stevens, qui, depuis plusieurs années, s'étoit attaché à perfectionner les machines à vapeur dans l'intention de les établir sur des bateaux.

Les occupations politiques de M. Livingston ne lui firent point perdre de vue ses projets. Une circonstance heureuse lui procura les moyens d'y donner suite. En 1802, pendant qu'il étoit ministre des États-Unis en France, M. Fulton vint à Paris; un esprit aussi entreprenant avoit peu besoin d'être excité : il avoit présenté, dès 1793, un projet de bateau à vapeur à lord Sthanhope, il se décida aisément à faire des expériences; il avoit connoissance des essais qui avoient eu lieu pendant son séjour dans la Grande-

(1) Les milles anglais dont on se sert en Amérique sont de seize cent neuf mètres; ils ne sont que les huit cent soixante-neuf millièmes des milles marins plus connus en France, et auxquels se rapportent les nœuds de la ligne de log.

Digitized by Google

Bretagne, et notamment, si l'on s'en rapporte aux Anglais, du bateau de M. Symington : il fut instruit par M. Livingston des recherches de ses compatriotes, et M. Vail lui communiqua les papiers de M. Fitch.

Le défaut de succès des moyens employés par ses prédécesseurs, et ses propres expériences sur les chaînes sans fin et sur les roues à aubes, et peut-être encore le brevet d'invention que M. Desblancs venoit d'obtenir pour l'emploi des chaînes, le déterminèrent à donner la préférence aux roues, et au commencement de 1803, pendant que M. Livingston employoit son crédit pour obtenir en son nom et en celui de M. Fulton, le nouveau délai de deux ans, qui leur fut accordé le 5 avril par les états de New-York, il construisit le bateau qu'on a vu à cette époque s'avancer sur la Seine avec une vîtesse de $1^{m},6$ par seconde. Fort des résultats auxquels il étoit parvenu, il chargea de suite M. Watt et Boulton de faire passer une machine à vapeur en Amérique.

L'appel que lui fit le ministère anglais, à l'occasion de ses machines infernales, le détourna quelque temps de son projet de bateau à vapeur : il n'arriva en Amérique qu'en décembre 1806. Le délai de deux ans qui avoit été accordé en 1803 étoit expiré; au printemps de 1807 il en obtint le renouvellement, et lança son premier bateau à New-York.

La machine fut montée à la fin d'août, et bientôt après le bateau fit un voyage à Albany, qui est à cent vingt milles marins de New-York; il mit trente-deux heures à aller et trente seulement à revenir.

Depuis cette époque, un grand nombre de bateaux à vapeur ont été construits en Amérique. Il y en a sur le fleuve Saint-Laurent, le lac George, le lac Champlain et le lac Ontario. Trente à quarante naviguent sur le canal de l'île Longue [*Long island sound*], le Hudson, la Delaware et la Chesapeake; soixante ou soixante-dix sur le Mississipi.

Digitized by Google

Ceux du canal de l'île Longue vont de New-York à New-London en vingt ou vingt-deux heures; on dit la distance d'environ cent trente milles marins; ceux du Hudson, de New-York à Albany, en vingt à vingt-quatre heures, et quelquefois en dix-huit.

Sur la Chesapeake, ils vont de Baltimore à Norfolk en vingt-trois heures, terme moyen; il y a cent cinquante-six milles marins et demi.

Plusieurs bateaux de la Nouvelle-Orléans ont remonté en quatorze jours le Mississipi et l'Ohio jusqu'à Louisville, à douze cents milles marins de la Nouvelle-Orléans, et même jusqu'à Cincinnati, qui est à cent quinze milles (1) plus haut que Louisville, et ils ont ensuite descendu en sept jours. Les bateaux ordinaires mettent environ trois mois à remonter jusqu'aux mêmes villes.

Aucune partie du globe n'offre plus de facilité à la navigation intérieure que l'Amérique: des lacs immenses, de larges baies, des rivières profondes divisent en tous sens ce vaste pays. De la capitale du Canada à celle des États-Unis, ou même à celle de la Virginie, on peut, en huit jours, parcourir près de neuf cents milles en faisant plus des cinq sixièmes du voyage sur des bateaux à vapeur.

Philadelphie, Baltimore, villes d'un grand commerce maritime, Washington, le premier arsenal de la marine, sont à cent et cent cinquante milles de la mer.

Des bâtimens de trois cents tonneaux sont expédiés de Pittsburg (2), situé à près de dix-huit cents milles dans les terres, et

---

(1) Je cite les distances sur les rivières de l'ouest, d'après M. Darby qui a été à portée d'en mesurer une partie. Celles qui sont données par les autres auteurs sont en général plus grandes : il y auroit, par exemple, selon M. Melish, douze cent quatre-vingt-seize milles marins de la Nouvelle-Orléans à Louisville, et treize cent dix-sept selon M. Schultz. On n'est pas d'accord sur les autres distances que j'ai rapportées; on trouvera dans la deuxième note les bases sur lesquelles je me suis fondé.

(2) Ci-devant fort Duquesne.

Digitized by Google

dernièrement on a entrepris, avec des bateaux d'environ deux mètres de tirant d'eau, de remonter le Missouri jusqu'à la rivière de la Pierre-Jaune [*Yellow-Stone river*], à plus de deux mille sept cents milles de l'embouchure du Mississipi.

Les bords de ce fleuve sont couverts de forêts. Le charbon se rencontre abondamment sur ceux de l'Ohio et du Monongahela. A Pittsburg il ne revient qu'à soixante-quinze centimes l'hectolitre. Bridgeport est bâti sur la mine même.

Dans un tel pays, où d'ailleurs la main-d'œuvre est à un prix très-élevé, les bateaux à vapeur ne sauroient manquer de prospérer.

Cependant, sur les lacs, dans les baies et sur les rivières peu rapides et peu sinueuses, telles que le Hudson, ils ne peuvent soutenir la concurrence, pour le transport des marchandises, avec les bâtimens ordinaires. Mais dès que la vîtesse devient considérable, ou que les rivières serpentent dans leur cours, comme le Mississipi, il faut renoncer aux voiles et recourir aux rames, les chemins de halage manquant par-tout; alors les bateaux à vapeur reprennent tous leurs avantages.

Avant l'établissement sur le Mississipi de ce nouveau mode de navigation, le Canada pourvoyoit, par les lacs, aux besoins d'une partie des nouveaux états de l'Union. On expédioit, par terre, de Baltimore, de Philadelphie et de New-York, une grande quantité de marchandises à Pittsburg, d'où elles étoient transportées, par eau, dans les contrées de l'ouest; aujourd'hui ces contrées reçoivent directement de la Nouvelle-Orléans presque tous les articles importés dont elles ont besoin : le commerce de cette ville a pris une très-grande extension, et de nouvelles colonies naissent chaque jour sur les bords des rivières que les bateaux à vapeur parcourent.

Digitized by Google

ARTICLE II.

De la forme et des dimensions des bateaux à vapeur.

Les bateaux à vapeur d'Amérique ont en général l'apparence de bâtimens légers, de chaque côté desquels on auroit placé une roue à aubes. Ceux qui sont destinés à de longs trajets ont quelquefois des mâts qu'on abaisse lorsque le vent est contraire.

Les bateaux construits sous la direction de M. Fulton étoient d'abord à fond plat comme les prames; les murailles avoient peu de courbure, et étoient presque à plomb. *Le Fulton*, bateau exécuté en 1813 pour naviguer sur le canal de l'île Longue, est le premier dont les angles des couples aient été arrondis, et dont les varangues des extrémités aient été relevées.

Cet essai ayant réussi, les bateaux faits depuis cette époque diffèrent peu d'un bâtiment ordinaire qui auroit les fonds très-plats et les extrémités plus ou moins aiguës.

Peut-être, quand le tirant d'eau n'est pas limité, seroit-il avantageux de se rapprocher encore plus de la forme des galères, que plusieurs siècles d'expérience avoient probablement rendues très-propres à naviguer à la rame.

La longueur des bateaux est ordinairement de trente-cinq à quarante-cinq mètres; elle est rarement au-dessous de trente mètres, et on l'a quelquefois portée à plus de cinquante mètres, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau suivant qui contient les dimensions de vingt-huit bateaux.

Digitized by Google

Dimensions principales des bateaux à vapeur.

	NOMS DES BATEAUX.	LONGUEUR.	LARGEUR.	RAPPORT de la longueur à la largeur.
		Mètres.	Mètres.	
Bateau de Boston.	LE MASSACHUSETTS.....	25,00.	5,50.	0,220.
Bateaux construits à New-Yorck.	LE CLERMONT en 1807.....	42,67.	4,57.	0,107.
	LE CLERMONT en 1808.....	45,72.	4,87.	0,107.
	LE CAR OF NEPTUNE.....	53,34.	7,16.	0,134.
	LE PARAGON.....	52,73.	8,23.	0,156.
	LE FIRE FLY.....	30,48.	5,64.	0,185.
	LE RICHMOND.....	46,63.	8,53.	0,183.
	LE WASHINGTON.....	40,00.	6,40.	0,160.
	LE FULTON.....	40,54.	8,84.	0,218.
	L'OLIVE BRANCH.....	37,80.	8,84.	0,234.
	LE CONNECTICUT.....	42,67.	10,06.	0,236.
	LE CHANCELLOR LIVINGSTON.	47,55.	10,06.	0,212.
	LA BELLONA.....	28,00.	6,25.	0,223.
	LE ROBERT FULTON.....	48,16.	10,06.	0,209.
	LE SAVANNAH.....	30,48.	7,92.	0,260.
Bateaux de Philadelphie.	LE DELAWARE.....	41,34.	6,10.	0,148.
	LE PHILADELPHIA.....	42,75.	6,10.	0,143.
	L'ÆTNA.....	34,75.	5,50.	0,158.
	Bateau DE L'UNION LINE.....	41,50.	5,75.	0,139.
Bateaux de Baltimore.	Bateau en démolition.....	42,00.	6,32.	0,150.
	L'EAGLE.....	34,00.	5,88.	0,173.
	LE NEW-JERSEY.....	38,00.	5,88.	0,155.
	LES UNITED-STATES.....	42,64.	7,62.	0,179.
	LE VIRGINIA.....	41,45.	7,56.	0,182.
	LE NORFOLK.....	41,00.	7,70.	0,188.
	LA SURPRISE.....	28,65.	4,75.	0,166.
	LE MARYLAND.....	41,76.	7,92.	0,190.
Bateaux sur le Mississipi.	LE VESUVIUS.....	48,77.	8,53.	0,175.
	L'ENTREPRISE.....	24,38.	8,84.	0,363.

Digitized by Google

La largeur varie de $4^{m},5$ à 10^{m}; et l'on peut remarquer qu'on a successivement augmenté cette dimension et diminué la longueur des bateaux construits à New-York.

La largeur des premiers, tels que *le Clermont* ou *le Paragon*, n'est que les dix ou les quinze centièmes de la longueur; celle des derniers, *le Chancellor Livingston* et *la Bellona*, par exemple, en est les vingt ou les vingt-cinq centièmes.

Une grande largeur donne le moyen de diminuer le tirant d'eau, elle est favorable à la stabilité; et l'on conçoit qu'un bateau très-long, chargé presque uniquement vers le milieu d'un poids plus grand que celui que la partie correspondante de la carène peut porter, ne sauroit résister aux efforts d'une mer agitée, ou même à la pression de l'eau tranquille, sans s'arquer, et si, pour obtenir plus de solidité, on augmentoit le nombre ou la force des pièces de liaisons, on augmenteroit aussi la dépense, le poids du bateau et son tirant d'eau : la résistance deviendroit plus grande, et l'on ne gagneroit peut-être rien du côté de la vîtesse. L'exemple des galères, dont la largeur n'étoit guère que les treize centièmes de la longueur, ne sauroit être concluant ici, parce que les poids étoient répartis sur ces bâtimens d'une manière tout-à-fait différente, et qu'on avoit besoin d'une grande longueur pour distribuer les rameurs.

Le creux des bateaux à vapeur est en général de deux à trois mètres; il paroît être réglé moins sur la grandeur du bateau que sur sa destination, sur la taille des hommes, sur la hauteur des chaudières, et sur les avantages d'une élévation médiocre au-dessus de l'eau et d'un foible tirant d'eau. Pour fixer les idées à cet égard, voici le creux de quelques bateaux :

	mètres.
LE CLERMONT.....	2,25.
LE FIRE FLY.....	
LE CAR OF NEPTUNE.....	2,50.
L'OLIVE BRANCH.....	

Digitized by Google

		mètres.
Le Paragon		2,75.
Le Washington		
Le Richmond		3,00.
Le Connecticut		

Le tirant d'eau est une dimension beaucoup plus importante. Comme son influence sur la résistance des bateaux est à-peu-près la même que celle de la largeur, il convient de le réduire sur-tout lorsque les bateaux sont destinés à naviguer sur des rivières peu profondes. En examinant la liste suivante, on verra qu'il est ordinairement de 1^{m},20 à 2 mètres, qu'il est de 2 à 3 mètres sur le Mississipi, et que celui du *Savannah*, bâtiment destiné à naviguer sur l'Océan, est de plus de 4 mètres.

NOMS DES BATEAUX.		TIRANTS D'EAU.
		mètres.
A Boston	Le Massachusetts	1,30.
Dans le détroit de l'île Longue.	Le Fulton	1,90.
	Le Connecticut	2,08.
Sur le Hudson	Le Paragon	1,25.
	Le Richmond	1,60.
	Le Chancellor Livingston	1,83.
A New-York	L'Olive Branch	1,37.
	Le Nautilus	1,37.
A Philadelphie	Le Philadelphia	1,22.
	Le Pensylvania	1,22.
	L'Ætna	1,22.
	Le Bristol	1,22.
	Bateau de l'Union Line	1,37.
	Le Delaware	1,37.
A Baltimore	Bateau en démolition	1,30.
	Le Norfolk	1,52.
	Le Virginia	1,52.
	Le Maryland	1,52.
	La Surprise	1,22.
	Les United-States	1,52.
Sur le Potomac	Le Washington	1,73.
A Norfolk	Le Powhatan	1,37.
Sur le Mississipi	Le Vesuvius	1,80.
	Le Robert Fulton	3,05.
Sur l'Océan	Le Savannah	4,27.

Digitized by Google

La machine des bateaux affectés au transport des marchandises est quelquefois sur le pont; mais elle est presque toujours dans la cale de ceux qui ne prennent que des voyageurs; elle fait ordinairement tourner deux roues à aubes, placées sur les côtés du bateau, et quelquefois une seule, placée entre deux carènes. Cette dernière disposition est regardée comme susceptible de diminuer la vîtesse et est rarement employée.

Sur le Mississipi, plusieurs bateaux ont les roues derrière, afin qu'elles soient moins exposées au choc des arbres qu'on rencontre fréquemment sur ce fleuve.

Les bateaux destinés aux voyageurs leur offrent de grands salons ornés avec soin, autour desquels sont des lits à deux étages, tenus très-proprement. Lorsque ces lits ne suffisent pas, on en dresse sur les canapés ou sur les caissons, sur les tables à manger, et même sur le plancher.

Les dames se tiennent dans un rouffe bâti sur le pont, ou dans le salon le plus à l'arrière; elles ne viennent guère dans ceux des hommes qu'au moment des repas. Les hommes ne vont point sans permission dans le salon des dames.

Dans la partie étroite de l'avant du bateau, et sur les côtés de la machine, sont les logemens des gens de service, le dépôt des provisions, la cuisine, le comptoir où se vendent les liqueurs et les rafraichissemens, &c.

La cuisine, qui est en tôle, a un mètre à peine en tous sens; elle suffit pour cent cinquante personnes, parce que la préparation des alimens est très-simple : des légumes ou des viandes cuites au bain marie ou à la vapeur, d'autres rôties; point de sauces recherchées. Le four est enveloppé par le feu de la cuisine, et la broche est tournée par la machine.

Le nombre des employés est ordinairement de quatorze, y compris le capitaine. Il y a un machiniste, un cuisinier, un commis et quelquefois un pilote; des marins en vigie, au gouvernail et pour

Digitized by Google

armer le canot; d'autres hommes pour le feu, le service de propreté, celui de la cuisine et de la table, une femme-de-chambre, &c.

Le bordage du pont est presque toujours interrompu dans la partie qui répond au-dessus des chaudières et du mécanisme; il y a un encaissement d'environ cinquante centimètres de hauteur sur les chaudières, et d'un mètre sur la machine. Les côtés de cet encaissement sont fermés par des jalousies qui permettent à la lumière et à l'air de passer.

Les roues (excepté celles du *Savannah*) sont recouvertes par des tambours qui les empêchent de jeter de l'eau sur le pont du bateau, et elles sont garanties des abordages par une pièce qui passe en dehors et qui soutient le bout extérieur de l'arbre.

Je donnerai, dans un des tableaux ci-après, les dimensions des roues et des aubes de plusieurs bateaux.

L'arbre des roues à aubes ne passe point ordinairement au-dessous du pont; il est plus d'un mètre au-dessus quand les roues sont très-grandes : il est rarement d'une seule pièce. Dans plusieurs bateaux, particulièrement à New-York, chaque moitié est composée de deux parties qui se réunissent par des manchons mobiles, afin qu'on puisse, à volonté, détacher de la machine l'une ou l'autre roue.

Sa position la plus avantageuse par rapport à la longueur du bateau, ne paroît pas bien déterminée : dans quelques bateaux il est au milieu; dans d'autres il est vers le tiers, à compter de l'avant.

Digitized by Google

Position de l'arbre des roues.

	DISTANCES	
	À L'AVANT.	À L'ARRIÈRE.
	mètres.	mètres.
Le Chancellor Livingston	23,775.	23,775.
Le Fulton	10,12.	10,42.
La Bellona	12,00.	16,00.
Le Delaware	16,64.	24,70.
Le Philadelphia de Trenton	18,25.	24,50.
Les United-States	15,64.	27,00.
Le Virginia	15,26.	26,19.
Le Norfolk	16,00.	25,00.
Le New-Jersey	17,00.	21,00.
Le philadelphia de Baltimore	14,00.	27,00.
Bateau en démolition à Baltimore	14,00.	28,00.
L'Eagle	14,00.	20,00.
Le Washington	14,50.	25,50.
Le Powhatan	16,50.	18,50.

Les bateaux sont construits avec soin, mais très-légèrement. Pour qu'on puisse juger de la force des bois, voici les dimensions des principales pièces d'un bateau de six à sept mètres de largeur.

	CENTIMÈTRES.
La quille, l'étrave et l'étambot, sur le droit	20.
Les varangues	18.
Les genoux, petites courbes de $1^{m},5$ de longueur	15.
Les premières alonges	17.
Distance de gabariage à gabariage	68.
Il n'y a point de fausses varangues ni de deuxièmes alonges. Quelquefois cependant les membres sont doubles, alors ils sont en carré	13.
Les deux parties sont séparées par un intervalle de	5.
Et la distance de gabariage à gabariage est de	58.
La charpente de la machine s'appuie sur deux carlingues éloignées d'environ $2^{m},50$, et qui ont d'écarrissage	30.
Le vaigrage a d'épaisseur	4.
Le bordage	5.
Les préceintes	7 ½.

Digitized by Google

A quelques exceptions près, que j'indiquerai dans l'article IV, les machines à vapeur sont des machines ordinaires à double effet; c'est-à-dire, qu'elles sont principalement composées d'un cylindre, contenant un piston que la vapeur fait mouvoir en agissant dessus et dessous successivement, d'une chaudière où se forme la vapeur, et d'un réfrigérant où elle se condense en sortant du cylindre. La tension de la vapeur dans la chaudière se juge par le poids qui peut maintenir la soupape de sûreté fermée, ou par la hauteur à laquelle s'élève une colonne de mercure dans un tube recourbé.

La force de l'atmosphère correspond à un poids d'environ un kilogramme par centimètre carré de la surface du piston, ou à une colonne de mercure d'environ trois quarts de mètre de hauteur. La tension de la vapeur surpasse rarement cette force des deux tiers de sa valeur, le mercure de l'indicateur ne s'élevant dans l'air de plus d'un demi-mètre que dans un petit nombre de machines.

Les premières personnes qui ont entrepris de construire des bateaux à vapeur manquoient de données suffisantes pour déterminer à la fois la grandeur du bateau, la force de sa charpente, les dimensions, et le poids de la machine capable de lui faire remonter un courant; elles se sont trouvées engagées par d'aveugles tâtonnemens dans des dépenses ruineuses : elles s'attendoient qu'une petite machine donneroit au bateau beaucoup de vîtesse, et, persuadées que la lenteur du mouvement devoit être attribuée au mécanisme, elles le modifioient à grands frais, et abandonnoient leurs projets, étonnées que la vîtesse ne pût dépasser deux ou trois nœuds. Ce n'est, comme je l'ai dit précédemment, qu'après les avoir vu échouer dans de nombreux essais, que d'autres sont parvenues à établir un rapport avantageux entre les dimensions du bateau et de la machine. M. Fulton lui-même vit s'enfoncer, sous le poids de l'appareil, le premier bateau qu'il

Digitized by Google

avait préparé à Paris, et lorsque, instruit par cet accident, il eut pris des précautions pour l'éviter, il n'obtint, comme ses prédécesseurs, qu'une foible vîtesse.

Ce résultat, qui avoit été cause de leur découragement, fut pour lui une garantie de succès. En le comparant, par le calcul, à ceux des expériences directes sur la résistance des fluides, faites quelques années auparavant, en Angleterre, par la société de perfectionnement de l'architecture navale, il se forma une règle pour la détermination de la force de la machine qu'il convient d'employer; du moins présenta-t-il ces expériences comme la base de ses calculs; et c'est du succès du bateau qu'il fit construire à New-York en 1807, que date la naissance du nouveau système de navigation (1).

Il a fallu plus d'un siècle pour préparer cette heureuse application de la machine à vapeur.

Les principes admis par M. Fulton, et les expériences sur lesquelles il s'est appuyé laissent encore beaucoup de recherches à faire; d'ailleurs les calculs composés ne sont pas, en général, à la portée des constructeurs de machines; et l'on conçoit que chacun d'eux a dû se faire une règle d'après sa propre expérience. Je dois à l'un des premiers artistes de New-York le tableau suivant, qui présente tous les renseignemens qu'on peut desirer sur les principales proportions des machines à vapeur qui conviennent à des bateaux, dont les dimensions sont déterminées.

---

(1) *Voir* la note IV.

Digitized by Google

DIMENSIONS DES BATEAUX.	Port en tonneaux....	tonneaux. 160.	tonneaux. 200.	tonneaux. 260.	tonneaux. 320.	tonneaux. 400.	tonneaux. 500.
	Longueur sur le pont.	mètres. 22,5.	mètres. 27,0.	mètres. 33,0.	mètres. 37,5.	mètres. 40,5.	mètres. 42,0.
	Largeur.....	6,6.	7,2.	8,1.	9,6.	10,2.	10,8.
	Tirant d'eau.....	1,2.	1,5.	1,8.	2,1.	2,4.	2,55.
NOMBRE de chevaux dont la force représente celle de la machine.....		20.	30.	40.	60.	80.	100.
DIMENSIONS DU CYLINDRE.	Diamètre.....	mètres. 0,60.	mètres. 0,75.	mètres. 0,90.	mètres. 1,00.	mètres. 1,10.	mètres. 1,20.
	Hauteur.....	1,50.	1,50.	1,55.	1,55.	1,80.	1,80.
DIMENSIONS DE LA CHAUDIÈRE.	Longueur.....	4,80.	6,00.	6,00.	6,60.	6,60.	7,20.
	Largeur.....	2,40.	2,55.	2,70.	3,00.	3,15.	3,60.
	Hauteur.....	2,10.	2,40.	2,40.	2,70.	3,00.	3,00.
DIAMÈTRE des roues à aubes.....		4,80.	5,10.	5,40.	5,40.	5,70.	6,00.
DIMENSIONS DES AUBES.	Longueur.....	1,50.	1,65.	1,80.	1,80.	2,10.	2,10.
	Hauteur..... ...	0,60.	0,60.	0,75.	0,90.	0,90.	0,90.
POIDS de la machine.....		tonneaux. 20.	tonneaux. 25.	tonneaux. 30.	tonneaux. 35.	tonneaux. 40.	tonneaux. 45.
PRIX avec la chaudière en cuivre.....		65,000f	75,000f	96,000f	123,000f	150,000f	177,000f

Quelque intéressant que soit ce tableau, il est bon de le comparer avec ce qui a été exécuté. Voici en conséquence les

Digitized by Google

dimensions des machines et des roues de plusieurs bateaux, dont j'ai donné précédemment la longueur et la largeur.

NOMS DES BATEAUX.	ANNÉE de la construction.	DIAMETRE du piston.	JEU du piston.	DIAMÈTRE des roues.	NOMBRE des aubes.	LONGUEUR des aubes.	HAUTEUR des aubes.
		mètres.	mètres.	mètres.		mètres.	mètres.
Le Clermont	1807.	0,610.	1,22.	4,60.	8.	1,20.	0,60.
Le car of Neptune	1808.	0,838.	1,32.	4,25.	.....	1,20.	0,70.
Le Paragon	1811.	0,813.	1,22.	4,90.	8.	1,30.	0,75.
Le Fire Fly	1812.	0,508.	1,14.	3,80.	.....	1,05.	0,60.
Le Richmond	1813.	0,838.	1,32.	4,60.	8.	1,20.	0,60.
Le Washington	1813.	0,711.	1,22.	4,50.	8.	1,35.	0,45.
Le Fulton	1813.	0,914.	1,22.	4,70.	8.	1,50.	0,70.
L'Olive Branch	1816.	0,914.	1,22.	5,00.	10.	1,45.	0,75.
Le Connecticut	1816.	1,016.	1,37.	5,20.	10.	1,45.	0,75.
Le Chancellor Livingston	1816.	1,016.	1,52.	5,50.	8.	1,75.	0,90.
Le Philadelphia de Trenton	.....	.....	.....	5,20.	12.	.....	0,55.
Le Delaware	.....	0,812.	1,37.	5,50.	12.	1,75.	0,75.
Un vieux bateau de Baltimore	.....	0,740.	1,22.	5,30.	12.	0,95.	0,55.
Le New-Jersey	.....	.....	.....	5,20.	10.	1,80.	0,65.
Le Philadelphia de Baltimore	.....	0,830.	.....	5,60.	16.	.....	.....
Le Virginia	.....	0,889.	1,22.	5,40.	.....	1,75.	0,75.
Le Norfolk	.....	.....	.....	6,00.	12.	1,75.	.....
Le Maryland	1818.	1,016.	1,42.	6,00.	12.	1,75.	0,65.
Les United-States	1818.	1,016.	1,42.	5,50.	10.	2,00.	0,75.
Le Massachusetts	.....	.....	.....	5,00.	8.	1,80.	0,80.
Le Robert Fulton	1819.	1,130.	1,52.	5,50.	10.	2,00.	.....
Le Savannah	1818.	1,035.	1,52.	4,90.	10.	1,42.	0,83.

Digitized by Google

On découvre aisément dans ce tableau la marche suivie par les constructeurs de bateaux à vapeur. *Le Clermont*, qui est le premier bâti, a un cylindre de $0^m,61$, et il a fait quatre milles marins par heure. L'année suivante l'on a porté le diamètre du cylindre du *Car of Neptune* à $0^m,84$. Dans *le Washington* on est revenu, sans doute pour diminuer la dépense, à un cylindre de $0,^m71$. Mais depuis *le Fulton*, construit en 1813, qui a un cylindre de $0^m,91$, tous les grands bateaux de New-York ont eu des cylindres de $0^m,91$ et de $1^m,01$ de diamètre.

La même chose a eu lieu en Angleterre Les machines des bateaux à vapeur ont été d'abord de la force de trois à quatre chevaux; on a employé ensuite des machines de plus en plus grandes, et aujourd'hui plusieurs bateaux portent deux machines de la force de cinquante et de cinquante-cinq chevaux chacune (1).

Il est facile, d'après cela, de concevoir pourquoi aucun des premiers spéculateurs n'a réussi à donner aux bateaux une vîtesse suffisante. Depuis M. Périer, dont la machine à simple effet avoit $0^m,22$ de diamètre, jusqu'à M. Livingston, qui employoit une machine à double effet de $0^m,45$, tous faisoient usage de machines trop foibles.

Les roues ont rarement moins de quatre mètres de diamètre, et jamais plus de six; elles sont en général plus grandes, et portent plus d'aubes à Philadelphie et à Baltimore qu'à New-York.

Les rayons sont ordinairement en bois et assemblés sur des plateaux en fer. Ceux du *Savannah*, qui a traversé l'Océan, sont en fer; ils se replient les uns sur les autres, et les roues s'enlèvent aisément. (Voir *fig. 32* et *34*, pl. VII.)

Les aubes sont en bois; elles sont fixées sur les extrémités des rayons; leur longueur a été successivement augmentée; leur hau-

(1) On peut s'assurer de l'exactitude de cette remarque en parcourant le tableau de la note III.

Digitized by Google

teur est le plus souvent comprise entre le sixième et le huitième du diamètre de la roue.

Pour rendre plus sensible la comparaison des dimensions des bateaux et des machines à vapeur, j'ai rassemblé dans un seul tableau le résultat des calculs faits sur dix bateaux dont la vîtesse me paroît déterminée d'après des données susceptibles de quelque confiance (1).

NOMS DES BATEAUX.	TENSION de la vapeur.	NOMBRE de tours des roues par minute.	VITESSE du piston par seconde.	PROPORTION des subes.	VITESSE du bord intérieur des subes par seconde.	VITESSE DU BATEAU par seconde.	VITESSE DU BATEAU par heure.	FACTEUR du diamètre des roues.	MULTIPLICATEUR.
	mètres.		mètres.		mètres.	mètres.	milles.		
LE WASHINGTON..	0,95.	20.	0,81.	18,1.	3,77.	2,57.	5,0.	35,0.	23,70.
LE FULTON.....	1,10.	18 1/2.	0,75.	16,0.	3,20.	2,8.	5,4.	31,0.	23,50.
L'OLIVE BRANCH..	0,95.	18 1/2.	0,75.	11,1.	3,39.	3,0.	5,8.	30,8.	23,72.
LE CONNECTICUT..	1,35.	17.	0,78.	19,2.	3,29.	3,15.	6,1.	28,1.	23,78.
LE CHANCELLOR LIVINGSTON.....	0,95.	17.	0,86.	11,7.	3,29.	2,9.	5,6.	32,2.	23,90.
LE DELAWARE....	1,30.	17 1/2.	0,80.	6,4.	3,67.	3,5.	6,8.	27,5.	21,90.
LE VIRGINIA.....	1,10.	18 1/4.	0,74.	8,8.	3,73.	3,3.	6,4.	29,9.	25,24.
LES UNITED-STATES.	1,15.	16 1/2.	0,78.	7,7.	3,43.	3,3.	6,4.	27,5.	20,29.
LE MARYLAND....	1,05.	17.	0,80.	10,6.	4,18.	3,6.	7,0.	28,3.	24,66.
LE SAVANNAH....	0,90.	16.	0,81.	31,0.	2,71.	2,6.	5,0.	30,2.	27,65.

Sous le titre *Tension de la vapeur,* est la hauteur de la colonne

(1) On verra dans la note première, à l'article particulier de chacun de ces bateaux les motifs qui ont fait adopter les vitesses rapportées dans ce tableau.

Digitized by Google

de mercure que la force élastique de la vapeur peut supporter dans le vide. Dans quelques bateaux dont les machines sont à haute pression, la tension de la vapeur est égale à huit ou dix fois celle de l'atmosphère; mais, hors ce cas, elle est presque toujours comprise entre une fois un quart et une fois trois quarts celle de l'atmosphère.

La seconde colonne contient le nombre de tours que font, par minute, les roues à aubes. Ce nombre est le même que celui des doubles oscillations du piston; il ne varie que de quinze à vingt dans les bateaux que j'ai observés.

La *vitesse du piston*, par seconde, portée dans la troisième colonne, a été calculée en multipliant le double de la course du piston par les nombres de la colonne précédente, et, divisant le produit par soixante; elle ne s'écarte pas d'un dixième de $0^{m},8$, qu'on peut regarder comme terme moyen.

Dans la colonne intitulée *Proportion des aubes*, se trouve le nombre de fois que la surface d'une des aubes est contenue dans celle du rectangle qui auroit la largeur du bateau pour base et son tirant d'eau pour hauteur. Ce nombre, qui ne différeroit pas d'un bateau à l'autre si toutes les parties étoient absolument dans le même rapport, varie de 6,4 à 31, d'où il faut conclure qu'on se règle plutôt sur les convenances locales que sur les dimensions des bateaux, pour déterminer l'étendue des aubes. M. Fulton, après le premier essai du *Clermont*, diminua les aubes; on assure qu'il obtint par-là un accroissement de vîtesse : en réduisant la hauteur des aubes, la vîtesse du piston a dû en effet augmenter; mais en général les grandes aubes sont préférables aux petites, lorqu'elles ont une forme et une vîtesse convenables.

La vîtesse du bateau approche d'autant plus de celle des aubes, que les aubes sont plus grandes (1) : la différence deviendroit très-

(1) Les calculs contenus dans la note VI, n.° 4, rendront ces assertions évidentes.

Digitized by Google

petite et la perte de force peu importante, si l'on pouvoit leur donner une surface double ou triple de celle du rectangle auquel je les ai comparées ; mais plusieurs causes en empêchent : de grandes aubes sont embarrassantes et exposées à être brisées ; on rencontre beaucoup de difficulté d'exécution quand on veut les faire très-longues, et l'on ne peut en multiplier le nombre que jusqu'à un certain point, parce qu'elles se nuiroient si elles étoient trop rapprochées. Leur hauteur d'ailleurs ne sauroit être qu'une petite partie du rayon, autrement il faudroit enfoncer considérablement les roues dans l'eau ; alors les aubes choqueroient fort obliquement ce fluide à leur entrée et à leur sortie, et en entraîneroient avec elles une grande quantité ; ce qui consommeroit inutilement une partie de la force motrice.

Une autre considération non moins importante, limite encore la hauteur des aubes : pour qu'elles agissent efficacement sur l'eau, il est nécessaire qu'elles aient une vîtesse absolue de rotation plus grande que la vîtesse du bateau ; or leurs divers points ont des vîtesses d'autant plus petites qu'ils sont plus rapprochés de l'axe des roues ; les points qui seroient au milieu du rayon, par exemple, n'auroient que la moitié de la vîtesse de ceux qui sont à l'extrémité. Il y a sur le rayon un point qui tourne avec une vîtesse précisément égale à celle du bateau ; ce point seroit au cinquième du rayon, en comptant de l'extrémité, si la vîtesse du bateau étoit les quatre cinquièmes de celle de la circonférence des roues : il seroit au dixième si elle en étoit les neuf dixièmes, et ainsi de suite ; alors la hauteur des aubes ne devroit être au plus que le cinquième ou le dixième du rayon, parce que toute la partie excédante auroit moins de vîtesse que le bateau, et choqueroit l'eau en sens contraire ; ce qui augmenteroit la résistance du bateau et ralentiroit son mouvement.

A la vérité, la résistance qu'éprouveroit la partie intérieure, ou le haut des aubes, en choquant l'eau du côté de la proue,

Digitized by Google

s'ajouteroit à la force motrice, mais ce seroit au bout d'un rayon plus court que celui du reste des aubes, et il n'y auroit point compensation (1).

Ces motifs m'ont déterminé à consacrer une colonne à la *vîtesse du bord intérieur des aubes*. On remarquera que cette vîtesse est toujours plus grande que celle du bateau qu'on trouve dans la colonne suivante, et que, par conséquent, les aubes ne choquent pas l'eau par leur face antérieure : mais, si l'on fait attention que la différence ne passe $0^m,50$ que dans *le Washington* et *le Maryland*, on en tirera la conclusion que la vîtesse d'aucun des autres bateaux ne sauroit être d'un nœud de plus qu'il ne résulte de mes observations, sans que les aubes ne nuisissent à la marche.

La *vîtesse* en milles marins ou en nœuds a été déduite de la vîtesse *en mètres par seconde*, en prenant $15^m,4321$ pour la longueur d'un nœud; ce qui correspond à $0^m,5144$ par seconde, le sablier qui sert à mesurer le temps, quand on jette le log, durant trente secondes.

J'ai remarqué précédemment que le diamètre des roues à aubes étoit différent d'une ville à l'autre. Si les bateaux étoient semblables et que dans chacun la résistance des aubes fût en même rapport avec la résistance de la carène, le diamètre des roues à aubes seroit égal au produit d'un facteur constant et de la vîtesse du bateau, divisé par le nombre des doubles oscillations

(1) Lorsque les aubes ne frappent l'eau que dans un sens, la machine n'a généralement à vaincre que la résistance du bateau à laquelle la résistance des aubes est égale; mais lorsque les aubes choquent l'eau en deux sens, en haut par leur face antérieure, et en bas par leur face postérieure, on peut diviser, par la pensée, la résistance de la face postérieure en deux parties : l'une égale à la résistance de la face antérieure, et l'autre égale à la résistance du bateau; la machine n'auroit que cette dernière partie à vaincre, comme dans le cas où les aubes ne choquent que dans un sens, si la première partie et la résistance de la face antérieure se faisoient équilibre; mais, quoiqu'il y ait égalité entre ces deux résistances partielles, comme elles ont lieu à des distances différentes de l'axe des roues, elles n'ont point le même effet sur la force motrice, et la quantité de force restituée par l'une ne compense pas entièrement celle qui est dépensée par l'autre.

Digitized by Google

du piston (1). J'ai placé ce facteur sous le titre *Facteur du diamètre des roues*, dans une des colonnes du tableau; on voit, qu'à une seule exception près, il est compris entre 27,5 et 32,2, et que, par conséquent, si, pour obtenir le diamètre des roues d'un bateau, on multiplioit par 29,5 ou 30, le rapport de la vîtesse du bateau au nombre des doubles oscillations du piston, on s'écarteroit peu des dimensions des roues des bateaux d'Amérique. Il conviendroit d'ailleurs de réduire un peu ce diamètre, si les aubes étoient très-grandes, et de l'augmenter un peu si elles étoient très-petites, afin, dans le premier cas, de ne pas trop exiger de la machine, et, dans le second, d'en tirer tout le parti possible.

Il faudroit aussi, avant d'arrêter la grandeur des aubes s'assurer que leur bord intérieur est susceptible, d'après le nombre de battemens du piston, de prendre plus de vîtesse que le bateau, et avoir soin toutefois que la différence ne fût pas considérable, parce que la machine n'auroit pas la force de donner aux aubes la vîtesse sur laquelle on auroit compté.

Quand il est reconnu que les aubes ne plongent point trop obliquement, et qu'elles ne rencontrent point l'eau en sens contraire, on doit regarder le diamètre des roues comme bien proportionné si le piston fait autant de battemens qu'il est destiné à en faire : cependant alors si l'on pouvoit diminuer le diamètre des roues sans changer l'étendue des aubes (2), la résistance se trouvant placée au bout d'un levier plus court, seroit plus facilement vaincue, et, pourvu que l'appareil évaporatoire fournît

---

(1) Il est difficile de présenter sans calcul, d'une manière bien claire, les réflexions auxquelles donne lieu le tableau précédent; mais on trouvera dans la sixième note la démonstration et le développement des principes dont il est fait usage ici. *Voir* le n.° 9 de cette note.

(2) *Voir* la sixième note, n.° 10. Je suppose que les roues font autant de tours que l'arbre coudé; s'il y avoit un engrenage, il seroit en général avantageux d'employer des roues d'un grand diamètre.

Digitized by Google

assez de vapeur, le mouvement des roues et du piston s'accéléreroit, et, comme la force de la machine augmenteroit dans le même rapport que la vîtesse du piston, le bateau marcheroit plus vîte.

Si l'on augmentoit au contraire le diamètre des roues, les aubes se trouvant plus éloignées de l'axe, la machine ne seroit plus capable de vaincre leur résistance; elle ralentiroit sa marche, et alors sa force seroit réduite dans le même rapport que la vîtesse du piston, et l'on pourroit obtenir d'une machine plus foible le même résultat.

Je regarde la force de la machine comme proportionnelle à la vîtesse du piston, parce que je suppose le mouvement parvenu à l'uniformité, et que, dans cette hypothèse, on ne doit point avoir égard à l'inertie de l'appareil; mais, comme dans les machines à mouvemens alternatifs, l'inertie du mécanisme empêche le mouvement de devenir parfaitement uniforme, la force n'est pas tout-à-fait proportionnelle à la vîtesse du piston.

Quand un bateau est en repos, il n'acquiert pas brusquement toute la vîtesse que le moteur est capable de lui imprimer; son mouvement, d'abord très-lent, s'accélère jusqu'à ce qu'il soit devenu sensiblement uniforme.

L'examen de toutes les circonstances du mouvement d'un bateau à vapeur, exigeroit, pour chaque disposition particulière du mécanisme, des calculs très-compliqués qui, dans l'état actuel de la science, ne seroient d'ailleurs susceptibles d'aucune exactitude.

On doit donc se restreindre à considérer le mouvement lorsqu'il est parvenu à l'uniformité, et à supposer que les bateaux sont assez semblables pour que leur résistance soit proportionnelle à leur largeur et à leur tirant d'eau, et que les frottemens et les autres obstacles qui nuisent au mouvement de la machine font toujours perdre une même portion de la force motrice, alors on

Digitized by Google

trouve (*voir* la note VI, n.° 8) que la vîtesse d'un bateau à vapeur est proportionnelle à la racine carrée du produit

De la hauteur de la colonne de mercure que soutient la vapeur,
De l'espace que parcourt le piston,
Et du carré du diamètre du piston.

Divisé par le produit

De la largeur du bateau,
De son tirant d'eau,
Et du diamètre des roues à aubes.

J'ai cherché le nombre par lequel il falloit multiplier cette racine carrée pour avoir la vîtesse du bateau, et on le voit dans la dernière colonne, sous le titre de *Multiplicateur*. Si les bateaux et les machines étoient parfaitement comparables, ce nombre seroit le même pour tous les bateaux; mais les diverses formes des carènes, la grandeur des roues et des aubes, les dispositions particulières des machines, l'état même de leurs garnitures, doivent apporter des différences assez considérables dans les vîtesses; aussi les multiplicateurs varient-ils de vingt à vingt-cinq, du moins en omettant *le Savannah*, dont la vîtesse pourroit bien n'être pas exacte.

La connoissance des multiplicateurs fournit un moyen de juger si un bateau et une machine ont entre eux les rapports qui conviennent à une grande vîtesse. En prenant le nombre vingt-deux pour multiplicateur, on doit trouver, à environ un dixième près de sa valeur, la vîtesse qui résulte de l'observation. En général, cette vîtesse sera ordinairement comprise entre les nombres qu'on obtiendroit en prenant vingt et vingt-cinq pour multiplicateurs (1).

De ce que la valeur moyenne des multiplicateurs est égale à vingt-deux, et celle du facteur du diamètre des roues à trente, on peut aisément déduire des équations trouvées dans la note,

(1) Les multiplicateurs vingt, vingt-deux et vingt-cinq ne conviennent que quand les

Digitized by Google

que pour connoître, à un dixième près de sa valeur, la vîtesse d'un bateau, il faut multiplier entre eux,

Le carré du diamètre du piston,
La longueur de sa course,
Le nombre de fois qu'il revient au bas du cylindre dans une minute,
Et la hauteur de la colonne de mercure que peut supporter la vapeur;

ce qui donnera un premier produit : multiplier également entre eux

La largeur du bateau
Et son tirant d'eau;

ce qui donnera un second produit: diviser le premier produit par le second; extraire la racine cubique du quotient et la multiplier par deux et demi. Si le bateau est fait pour bien marcher, il pourra

---

dimensions sont exprimées en mètres : les nombres correspondans seroient, si elles l'étoient

En pieds anciens... ..... 35, 38 1/2 et 44.
En pieds anglais..... 36, 40 et 45.

Le calcul à faire est assez facile : en voici une application à *l'Africain*, bateau à vapeur construit à Lorient en 1819.

La vapeur soutenoit le mercure dans l'air à huit pouces de hauteur, et l'auroit soutenu dans le vide à vingt-huit pouces de plus, c'est-à-dire, à.....	3.^{p}	
La course du piston étoit de.....	2,5.	
Le diamètre du piston de 2^{p},5, dont le carré est.....	6,25.	
Le produit de ces trois nombres est.....	.....	46,875.
La largeur du bateau est de.....	22.^{p}	
Le tirant d'eau de.....	6.	
Le diamètre des roues à aubes de onze pieds; mais, par l'effet d'un engrenage qui réduit la vitesse aux huit dixièmes, la vitesse des aubes est la même que si les roues n'avoient que.....	8,8.	
Le produit de ces trois derniers nombres est.....	.....	1161,6.
Le premier produit, divisé par le second, donne.....	.....	0,040354.
dont la racine carrée est.....	.....	0,20088.
En prenant pour multiplicateur le nombre.....	.....	35.
on aura pour la vitesse calculée.....	.....	7^{p},03.

La vîtesse de *l'Africain* a varié de 7^{p},13 à 7^{p},49; la différence est de 0^{p},10 à 0^{p}, 46 à l'avantage de ce bateau.

Digitized by Google

acquérir une vîtesse égale à plus de deux fois trois quarts cette racine cubique; mais s'il est destiné à porter beaucoup, on ne devra compter que sur une vîtesse égale à deux fois un quart cette même racine cubique (1).

Lorsque la force de la machine est exprimée par comparaison avec celle d'un certain nombre de chevaux, pour obtenir la vîtesse, il faut diviser ce nombre par le produit du tirant d'eau et de la largeur du bateau; extraire la racine cubique du quotient, et la multiplier par deux. Mais comme on n'est pas d'accord sur la manière d'évaluer le nombre de chevaux dont la force représente celle d'une machine à vapeur, l'erreur pourra être de plus d'un dixième de la vîtesse (2).

Quand la vîtesse d'un bateau et la force de la machine destinée à le mouvoir sont données, on peut aussi déterminer approximativement sa grandeur, ou plutôt celle du parallélogramme, qui auroit pour base la largeur du bateau et son tirant d'eau pour hauteur, en divisant, par le cube de la vîtesse, le produit du carré du diamètre du piston, de la longueur de sa course, du nombre de ses doubles battemens par minute, et de la hauteur de la colonne de mercure, et multipliant le quotient par seize (3): il est bien entendu que ce nombre est un terme moyen, et qu'il faudroit le réduire beaucoup si l'on vouloit faire un maître couple très-renflé.

Enfin, lorsqu'on veut trouver la force capable de faire avancer un bateau avec une vîtesse donnée, il faut multiplier le cube de la vîtesse par la largeur et par le tirant d'eau du bateau, et diviser le produit par sept un quart, ou seulement par six si le bateau est construit de manière à éprouver une grande résistance (4).

---

(1) *Voir* la note VI n.° 10.
(2) *Voir ibid.* n.° 14.
(3) *Voir ibid.* n.° 11.
(4) *Voir ibid.* n.° 15.

Digitized by Google

En 1813, M. Sullivan sollicita un brevet d'invention pour un bateau remorqueur dans lequel la machine, au lieu d'être employée à mouvoir des roues à aubes, est appliquée à un treuil sur lequel s'enroule une corde attachée à un point fixe. Les contestations qui s'élevèrent, à ce sujet, entre lui et M. Fulton, l'empêchèrent d'obtenir le brevet avant 1814, et il paroît n'avoir construit de bateaux que sur le Merrimack (1).

Cette disposition donne le moyen de remonter une rivière, quelque rapide qu'elle soit, avec une machine d'une force médiocre, tandis qu'il seroit impossible d'y parvenir avec des roues à aubes, si la vîtesse qu'elles procurent au bateau dans une eau tranquille étoit moindre que celle du courant de la rivière.

Mais l'obligation où l'on est de préparer un grand nombre de points fixes dans tout l'espace qu'on se propose de parcourir, et d'y faire attacher de longues cordes avant l'arrivée du bateau, rend l'usage de cette méthode embarrassant, et entraîne des dépenses accessoires qui feront toujours préférer les roues à aubes lorsque la vîtesse de la rivière qu'il s'agit de remonter sera foible. L'emploi du treuil a d'ailleurs peu d'avantages dans une eau tranquille, et a un désavantage réel sur les roues à aubes pour descendre les rivières, dès que la vîtesse du courant est plus grande que celle avec laquelle les aubes frappent l'eau (2).

Une observation à faire à cette occasion, c'est qu'il convient au bateau qui remonte, par le moyen d'une roue à aubes, de ne se servir ni d'une très-forte machine, ni d'une très-petite; dans l'un et l'autre cas, la dépense du combustible seroit considérable, et elle sera aussi petite que possible si la machine est d'une force telle que le bateau remonte avec une vîtesse égale à la moitié de celle de la rivière.

---

(1) On voit sur la Seine un bateau de ce genre.

(2) *Voir* la sixième note, n.° 23.

Digitized by Google

On trouvera la démonstration de ce principe dans la sixième note, n.° 17. Je me contenterai ici de faire remarquer qu'un bateau qui remonteroit avec une extrême vîtesse éprouveroit une telle résistance, qu'il ne pourroit la vaincre que par une force motrice considérable, et conséquemment par l'emploi d'une grande masse de combustible; qu'un bateau dont la vîtesse différeroit très-peu de celle du courant, qui n'avanceroit, par exemple, que d'un mètre par minute, en consommeroit également beaucoup, et qu'entre ces deux cas extrêmes, il doit y avoir un terme plus avantageux, et c'est celui que j'ai indiqué.

Il résulte de cette remarque que pour remonter une rivière avec le moins de dépense possible, il faut employer une force motrice au moins triple de celle qui seroit nécessaire pour le halage. En effet, lorsque le bateau s'avance avec une vîtesse égale à la moitié de celle de la rivière, sa vîtesse, par rapport à l'eau, est triple de sa vîtesse par rapport à la terre, et comme la vîtesse des aubes est plus grande que la vîtesse par rapport à l'eau, la force motrice appliquée aux aubes a besoin de prendre une vîtesse au moins triple, ou, ce qui est la même chose, d'être au moins triple de celle qui tireroit le bateau en parcourant le chemin de halage (1).

Lorsque la vîtesse du bateau sera plus grande, la perte de force sera proportionnellement moindre, néanmoins la dépense sera plus considérable à cause de l'augmentation de la quantité de combustible. On ne doit, par conséquent, chercher à remonter une rivière avec une vîtesse qui surpasse la moitié de celle du courant, que quand on a des motifs de préférer la célérité à l'économie.

---

(2) *Voir* la sixième note, n.° 33.

Digitized by Google

ARTICLE III.

Description particulière de quelques bateaux à vapeur, et des bateaux à manége.

Après les idées générales exposées dans l'article précédent, pour faire connoître d'une manière plus précise l'état actuel de la construction des bateaux à vapeur, je donnerai dans celui-ci quelques détails sur plusieurs de ces bateaux, en commençant par *le Chancellor Livingston*, qui passe pour le plus beau de New-York, et dont les divers plans se trouvent dans la première planche.

§. I.er

Description au bateau à vapeur LE CHANCELLOR LIVINGSTON.

Le Chancellor Livingston a été construit en 1816 pour naviguer sur le Hudson; il a $47^{m},55$ de longueur et $10^{m},06$ de largeur. C'est le premier bateau sur lequel la compagnie de New-York ait employé une machine à vapeur de la force de soixante chevaux. Les plus grands soins ont été apportés à sa construction, et l'on n'a rien épargné pour le rendre supérieur aux autres bateaux par le luxe de ses emménagemens. Il est doublé en cuivre, et coûte 640,000 francs.

La figure première (pl. I.re) est une coupe transversale de ce bateau; la figure deuxième une coupe longitudinale, et la partie supérieure de la figure troisième représente la moitié du pont.

Le cylindre principal de la machine à vapeur est placé au milieu;

Digitized by Google

le reste du mécanisme est auprès du cylindre, vers l'arrière, et la chaudière est à trois ou quatre mètres plus à l'avant (1).

La chaudière et le mécanisme sont recouverts par un encaissement dont les côtés sont à jour, pour que l'air puisse facilement se renouveler auprès du foyer.

L'arrière du bateau est occupé par une grande salle à manger, de chaque côté de laquelle sont deux étages de couchettes, et des caissons ou des canapés, sur lesquels on établit quelquefois des lits. Les tringles des rideaux glissent sur d'autres tringles, et s'écartent des couchettes, afin que les rideaux puissent renfermer les canapés. Il y a une fenêtre dans chacune des couchettes supérieures.

Auprès de la machine, et dans les espaces qui restent sur ses côtés, on trouve des dépôts de charbon et de bois à brûler, la cuisine, les logemens des principaux employés, le comptoir où se vendent les vins et les rafraîchissemens, &c.

Dans la pièce de l'avant, outre les couchettes à deux étages qui sont sur les côtés, on en a adossé deux rangs à une cloison placée au milieu, dans le sens de la longueur.

L'espace angulaire qui est à l'avant de cette pièce est destiné aux gens de service.

Sur le pont on a construit un salon pour les dames, de chaque côté duquel il y a aussi deux étages de couchettes. On y trouve une toilette, des cabinets à l'anglaise, &c. On descend de ce salon dans la salle à manger par un escalier particulier, établi à l'arrière, sur les façons du bateau.

Il y a encore sur le pont un cabinet pour le bureau du capitaine; un second où il couche; d'autres pour renfermer les effets des voyageurs, ou pour recouvrir les escaliers; des latrines auprès des roues à aubes, &c.

(1) La machine est représentée sur une plus grande échelle dans la cinquième planche, et la chaudière dans la neuvième planche. Je les décrirai plus loin.

Digitized by Google

Les roues à aubes sont placées de chaque côté du bateau, au milieu de la longueur; elles ont $5^{m},5$ de diamètre et portent huit aubes de $1^{m},75$ de longueur, et de $0^{m},9$ de hauteur. Elles sont recouvertes par un tambour qui empêche l'eau qu'elles enlèvent de tomber sur le pont. Une lisse qui passe en dehors des roues supporte les extrémités de l'arbre. Le pont s'étend jusqu'à cette lisse; il en résulte une espèce de galerie dans laquelle on dépose une partie du bois à brûler.

La roue du gouvernail est élevée au-dessus de l'encaissement de la machine, afin que le timonnier aperçoive sans difficulté tous les objets qui se présentent devant le bateau.

La partie inférieure de la figure troisième contient les lignes d'eau et le développement des lisses.

La figure quatrième est le plan vertical des couples de levée. Le premier avant et le premier arrière, différant très-peu du maître, ne sont point tracés. Il y a trois couples de remplissage entre les couples de levée.

La figure cinquième, est un plan d'élévation.

Ces plans sont faits par les procédés ordinaires, et n'ont besoin d'aucune explication.

Le déplacement de la carène est d'environ quatre cents tonneaux. Il est à-peu-près égal aux 0,55 du parallélipipède circonscrit.

Le cylindre de la machine à vapeur a $1^{m},016$ de diamètre. Le piston, $1^{m},52$ de jeu.

C'est la seule machine pour laquelle j'aie vu faire usage de charbon de terre.

J'ai été de New-York à Albany, sur ce bateau, en vingt et une heures seize minutes. La distance est de cent vingt milles nautiques (1), en supposant que l'effet des courans, qui, dans cet intervalle de temps, sont tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, soit

(1) *Voir* la deuxième note sur les distances.

Digitized by Google

compensé, la vîtesse moyenne a été de 5,^{m}64 ou de 2^{m},9 par seconde. J'ai trouvé d'ailleurs que le bateau mettoit dix-sept secondes à parcourir sa longueur; ce qui revient à 2^{m},8 par seconde, et ne diffère que d'un décimètre du résultat précédent.

Les roues faisoient dix-sept révolutions par minute.

Il seroit superflu d'entrer dans beaucoup de détails sur d'autres bateaux à vapeur; je passerai rapidement sur ceux qui sont représentés dans la seconde et la troisième planche, et je donnerai dans la première note divers renseignemens qui pourront servir de moyens de comparaison pour les bateaux qu'on auroit à construire.

§. II.

Observations sur le Bateau à vapeur LE FULTON (fig. 6 et 7, *pl. II*).

J'ai dit précédemment que, dans l'origine, les bateaux à vapeur étoient à fond plat, comme les prames, et que *le Fulton* étoit le premier dont les varangues eussent été arrondies et les extrémités taillées comme celles des bâtimens ordinaires. Ce bateau a 40^{m},54 de longueur, 8^{m},84 de largeur, et 1^{m},9 de tirant d'eau. Il fait usage de voiles quand le vent est favorable.

Le Fulton a coûté 465,000 fr. La chaudière seule, qui est en cuivre, a coûté plus de 160,000 fr.; elle a 6^{m},1 de longueur, 2^{m},7 de largeur, et 2^{m},4 de hauteur.

La figure 6 représente une coupe du bateau dans le sens de la longueur, et la figure 7 une coupe dans le sens de la largeur.

Le cylindre de la machine à vapeur est à-peu-près au milieu, ainsi que dans *le Chancellor Livingston;* mais la chaudière est à l'arrière au lieu d'être à l'avant; ce qui a l'inconvénient de rendre très-petite la salle à manger, qui est la pièce principale. Le salon des dames est à l'arrière de la salle à manger.

Le mécanisme de la machine à vapeur ne diffère guère que

Digitized by Google

par ses dimensions de celui du *Chancellor Livingston*. Le piston du grand cylindre a $0^m,914$ de diamètre, et $1^m,22$ de jeu.

L'arbre des roues à aubes est placé vers le milieu de la longueur. Ces roues ont $4^m,7$ de diamètre et portent huit aubes de $1^m,5$ de longueur, et de $0^m,7$ de hauteur.

On dit que ce bateau a été de New-York à Albany en dix-huit heures vingt-cinq minutes : sa vîtesse a par conséquent été de $6,^n52$ qui correspondent à $3,^m35$ par seconde. Il faudroit, pour faire usage de ce résultat dans le calcul, en déduire l'effet du courant, et connaître la tension de la vapeur, et le tirant d'eau du bateau qui n'étoit probablement pas le même qu'aujourd'hui.

Dans le voyage que j'ai fait sur ce bateau de New-London à New-Haven, il a parcouru la distance d'une de ces villes à l'autre, qui est de cinquante-deux milles nautiques, en dix heures quarante-trois minutes et demie; savoir :

2 milles	en	0^h 23′ 30″	ce qui correspond à..	nœuds. 5,11	ou à	met. 2,63.	par seconde.
16 ——	en	3 25.		4,68 ——		2,41.	
18 ——	en	3 35.		5,02 ——		2,58.	
16 ——	en	3 20.		4,80 ——		2,47.	
52 ——	en	10h 43′ 30″		4,85 ——		2,49.	

La vîtesse moyenne n'a été que de $2^m,49$ par seconde; mais, pendant les premières heures, le bateau naviguoit contre le courant, la mer étoit dure, les lames courtes, le vent très-fort et tout-à fait contraire. Plus tard, le courant a changé de direction et le temps est devenu un peu plus doux; cependant la marche du bateau étoit encore ralentie, et comme la durée moyenne de ses voyages n'est pas de plus de neuf heures trente minutes, j'ai porté sa vîtesse à $2^m,8$ dans le tableau général que j'ai donné précédemment.

La colonne de mercure qui mesure la tension de la vapeur a varié de trente à quarante centimètres au-dessus de la pression

Digitized by Google

de l'atmosphère, les roues ont fait quinze à vingt tours par minute et le plus souvent dix-huit et demi.

On consomme vingt à vingt-cinq stères de bois de pin, selon la durée du voyage.

§. III.

Observations sur le bateau à vapeur LE WASHINGTON.

Le Washington, construit en 1813, est encore à fond plat et à semelle comme les prames; il est d'un assez fort échantillon et il tire $1^{m},73$ d'eau; il a quarante mètres de longueur; sa largeur est de $6^{m},4$. On dit qu'il a coûté 214,000 francs : il n'est pas doublé en cuivre.

La figure huitième de la seconde planche représente ce bateau, la figure neuvième, les ornemens de sa poupe. On a indiqué les tentes qu'on met pour garantir du soleil les voyageurs, et empêcher les étincelles qui sortent de la cheminée de tomber sur le pont. L'axe des roues à aubes est à $14^{m},5$ de l'étrave, et à $25^{m},5$ de l'étambot. On voit à l'avant le cabestan et la caisse dans laquelle on love les câbles.

La machine passe pour être de la force de trente-deux chevaux. Le piston a $0^{m},71$ de diamètre, et $1^{m},22$ de course. La chaudière est à l'arrière du mécanisme : elle a sept mètres de longueur et deux mètres à deux mètres un quart de largeur. Deux tuyaux de cheminée horizontaux font suite au fourneau, vont jusqu'au bout opposé de la chaudière et reviennent sur le devant où ils se réunissent en un seul.

La soupape de sûreté est chargée de manière à ne s'ouvrir que lorsque la colonne de mercure qui indique la tension de la vapeur a $0^{m},75$ de hauteur, en sus de la force de l'atmosphère; mais on la laisse rarement s'élever à plus de $0^{m},25$. Le mécanisme ne paroît pas différer essentiellement de celui du *Chancellor*

Digitized by Google

Livingston. Les roues ont $4^{m},5$ de diamètre; les aubes ont $1^{m},35$ de longueur et $0^{m},45$ de hauteur.

J'ai fait sur ce bateau un voyage de Washington à la petite rivière du Potomack (*Potomack creek*), à quelques milles de Frédéricksburg: la colonne de mercure a varié de $0,^{m}15$ à $0,^{m}25$, et les roues ont fait dix-neuf, vingt et ving-un tours par minute.

	TEMPS EMPLOYÉ EN ALLANT.		TEMPS EMPLOYÉ EN REVENANT.		DISTANCES PARCOURUES.
	h.	m.	h.	m.	milles marins.
De Washington à Alexandrie.....	1	"	0	52	5,25
D'Alexandrie au fort Washington.....	"	58	0	58	5,25
Du fort Washington au petit Potomack.....	4	46	6	36	32,0
TOTAL de Washington au petit Potomack...	6	44	8	26	42,50

En allant, le courant le long des quais d'Alexandrie faisoit un quart de nœud, et probablement davantage au large; il a augmenté successivement, et sur la fin de la course on le supposoit de plus de deux nœuds. Aussi la vîtesse, qui étoit d'abord de cinq nœuds à cinq nœuds un quart, est-elle devenue de six nœuds et demi à sept nœuds, terme moyen.

En revenant, le vent étoit contraire et assez fort pendant une partie de la route. La marée a été d'abord opposée et ensuite favorable; la vîtesse moyenne, pendant les trente-deux premiers milles, n'a été que de $4^{n},85$.

On dit que la distance de Washington au petit Potomack est de cinquante milles marins; mais, selon les cartes, elle n'est que de quarante-deux milles et demi. On voit en effet, d'après la distance de Washington à Alexandrie, dont l'exactitude est plus certaine, qu'en tenant compte du courant, le bateau fait environ

Digitized by Google

cinq milles par heure, et qu'il ne pourroit faire cinquante milles en huit heures, durée ordinaire de ses voyages. J'ai trouvé d'ailleurs qu'il lui falloit environ quinze secondes pour parcourir sa longueur; ce qui revient à $2^{m},67$ par seconde, ou à $5^{n},18$: d'où l'on peut conclure que la vîtesse moyenne de ce bateau est assez exactement de cinq nœuds, ou de $2^{m},57$ par seconde.

On compte sur dix-huit stères de bois de pin pour aller et revenir. Le stère coûte, sur les bords du Potomack, de 3 francs 75 centimes à 4 francs 50 centimes.

§. IV.

Observations sur le bâtiment à vapeur LE SAVANNAH.

Le Savannah, représenté sur la troisième planche, *fig. 10*, a l'apparence d'un bâtiment ordinaire à trois mâts, d'environ trois cents tonneaux. Il a $30^{m},48$ de longueur et $7^{m},92$ de largeur. Son tirant d'eau, dans le port, est de $3^{m},66$; mais il est de $4^{m},27$ quand le bâtiment est chargé.

Le cylindre de la machine à vapeur est placé dans le faux pont et incliné de manière que son axe soit dirigé vers l'arbre des roues à aubes; il a $1^{m},035$ de diamètre, et le piston a $1^{m},5$ de jeu (1).

Les chaudières sont dans la cale; leurs cheminées se réunissent en un seul tuyau. On emploie du charbon de terre.

Les roues à aubes ont $4^{m},9$ de diamètre. Il y en a deux; une de chaque côté du bâtiment : on peut les enlever en quinze ou vingt minutes. Les rayons se replient les uns sur les autres; ce qui diminue beaucoup le volume des roues. Les aubes ont $1^{m},42$ de longueur, et $0^{m},83$ de hauteur. Elles n'ont pas, comme les aubes

(1) Les figures 32 et 33, planche VII, représentent la disposition de la machine.

Digitized by Google

des bateaux à vapeur, la forme d'un rectangle, parce qu'on a coupé leurs angles extérieurs.

Le grément du *Savannah* ne diffère pas essentiellement du grément moderne des bâtimens à trois mâts; la brigantine et les basses voiles d'étai sont établies sur des cornes et des mâtereaux, comme les voiles de senau. Le grand étai est divisé en deux parties qui se rident contre la muraille vers les premiers haubans du mât de misaine. Cette disposition avoit pour but de l'empêcher d'être brûlé; mais, comme la cheminée est terminée par un coude susceptible de se tourner du côté opposé au vent, il seroit peut-être préférable d'avoir un étai simple.

Ce bâtiment a été lancé à New-York, le 22 avril 1818, et disposé pour aller à Saint-Pétersbourg.

Il a d'abord été envoyé à Savannah.

On tire ordinairement parti des contre-courans pour faire ce voyage, qui est d'environ sept cents milles; il l'a fait en sept jours: il auroit ainsi avancé 4 1/6 milles tout au plus par heure; mais il a eu très-mauvais temps, et l'on a été plusieurs fois obligé d'enlever les roues; en sorte qu'il est impossible de conclure de ce voyage l'effet de la machine à vapeur.

Huit jours après sa sortie de Savannah il étoit à trente-neuf degrés de latitude nord, et à soixantequatre degrés vingt minutes de longitude du méridien de Paris, et, par conséquent, à environ mille cinquante milles de son point de départ; déduisant au moins deux cent cinquante milles pour l'effet du courant du golfe du Mexique, il restera huit cents milles en huit jours, qui répondent encore à 4 1/6 milles par heure; mais, comme la longitude n'est probablement pas déterminée avec exactitude, on ne peut pas encore compter sur ce résultat.

Il s'est rendu de Savannah à Liverpool en vingt-six jours, et s'est servi dix-huit jours de sa machine à vapeur, et huit jours seulement de ses voiles. La distance de Savannah à Liverpool,

Digitized by Google

en suivant le courant du golfe du Mexique, comme les Américains ne manquent jamais de le faire,

Est d'environ.....	3,700 milles.
Déduisant, pour l'effet du courant (1).....	500.
Il restera.....	3,200.

Divisant ce nombre par vingt-six, on trouvera cent vingt-trois milles pour l'espace parcouru dans un jour; ce qui revient à 5 1/8 milles par heure pour la vîtesse moyenne due à la machine et aux voiles; et, comme on n'a fait usage des voiles que quand elles ont pu augmenter l'effet de la machine, on peut regarder comme certain, que la machine seule n'a pas fait filer cinq nœuds au bâtiment.

Il n'y a rien à ajouter pour les bordées, les bateaux à vapeur ne louvoyant pas. Il faudroit peut-être retrancher quelque chose pour les attérages, dont les Américains comptent rarement le temps dans la durée de leur traversée.

Le Savannah étoit destiné pour la Russie; il s'est rendu de Liverpool à Saint-Pétersbourg, et il est revenu, en cinquante jours, de Saint-Pétersbourg à Savannah; mais il ne paroît pas avoir fait usage de sa machine en revenant.

Il a ensuite été douze jours à aller de Savannah à Washington; il a eu très-mauvais temps et n'a pu se servir de sa machine qu'après avoir doublé le cap Hatteras. Le trajet de Savannah à

(1) Qu'on ne s'étonne pas de me voir déduire cinq cents milles pour l'effet du courant du golphe du Mexique; du temps de Franklin, les capitaines américains qui connoissoient les effets de ce courant, mettoient généralement quinze jours de moins dans leurs voyages que les capitaines anglais. La flûte *la Seine*, sur laquelle je suis revenu d'Amérique, s'est trouvée, en suivant son cours, huit degrés en longitude, deux degrés en latitude, et près de quatre cent cinquante milles sur la longueur de la route, en avant de l'estime. *Le Savannah* qui est entré dans le courant beaucoup plus sud, où l'on compte qu'il file deux nœuds et demi et trois nœuds, a dû en tirer un bien plus grand avantage.

Digitized by Google

Washington est d'environ sept cents milles, le cap Hatteras est à peu près à moitié chemin, et l'on peut suivre le courant du golfe du Mexique pendant une partie du voyage.

On m'a dit que la tension de la vapeur étoit ordinairement capable de faire équilibre à une colonne de mercure de $0^{m},10$ à $0^{m},15$ en sus de la force de l'atmosphère, et que les roues faisoient seize tours par minute. Si ce dernier fait est exact, les côtés intérieurs des aubes n'ont dû tourner qu'avec une vîtesse de $2^{m},7$ par seconde (5 1/4 nœuds), et le bâtiment n'a pu acquérir une plus grande vîtesse sans qu'une portion des aubes ait été nuisible.

§. V.

Observations sur le bateau à vapeur LE PARAGON.

La figure onzième (pl. III) est destinée à donner un exemple d'un bateau à vapeur à la voile; elle représente *le Paragon* construit en 1811, pour aller de New-York à Albany; il mettoit trente heures à faire ce trajet, ce qui revient à quatre milles par heure. Depuis qu'il a été établi des bateaux d'une plus grande vîtesse sur le Hudson, il ne va plus qu'à Poughkeepsie, qui est à peu près à moitié chemin.

Ce bateau a $53^{m},73$ de longueur et $8^{m},23$ de largeur; il tire $1^{m},25$ d'eau.

Il y a deux salons à l'arrière et un à l'avant; les dames se tiennent dans celui qui est le plus à l'arrière.

Le cylindre de la machine à vapeur a $0^{m},813$ de diamètre. La course du piston est de $1^{m},22$.

Les roues à aubes ont huit rayons, leur diamètre est de $4^{m},90$. Les aubes ont $1^{m},30$ de longueur et $0^{m},75$ de hauteur.

Comme *le Paragon* est vieux et que sa longueur est considérable, le poids de ses extrémités et celui de sa machine l'ont

Digitized by Google

arqué : son pont est sensiblement ondulé ; aujourd'hui, ainsi que je l'ai déjà remarqué, on ne fait plus les bateaux aussi longs.

La première note contient les renseignemens que j'ai recueillis sur plusieurs autres bateaux à vapeur.

§. VI.

Des bateaux de passage.

Les bateaux à vapeur qui, par la nature de leurs voyages, sont dans le cas de naviguer plusieurs heures contre les courans, n'ont en général qu'une seule carène, et ils portent une roue à aubes de chaque côté ; mais les bateaux de passage, qui n'ont qu'un court trajet à faire, ont presque toujours deux carènes entre lesquelles est placée une roue à aubes ; on peut les comparer à deux bateaux longs et étroits qui seroient l'un à côté de l'autre et réunis par une plate-forme servant de pont à tous les deux.

Un grand nombre de voyageurs, des chevaux et des voitures, peuvent aisément se placer sur les plates-formes ; on avoit pensé à préparer des chambres dans les cales des bateaux, mais le peu de hauteur et de largeur de l'emplacement, et la difficulté de l'éclairer ont fait renoncer à cette idée ; il auroit fallu augmenter le creux et par suite le poids et le tirant d'eau des bateaux ; on s'est presque par-tout borné à établir des tentes et des cabinets sur la plate-forme.

La difficulté de lier solidement les deux carènes, la plus grande résistance qu'oppose l'eau resserrée dans un canal et animée d'une plus grande vîtesse par l'effet des aubes, les inconvéniens d'une surface double exposée au cours de l'eau et d'un plus grand tirant d'eau, à surface de flottaison égale, à cause du poids des murailles intérieures et de la plate-forme, et le défaut de place pour les emménagemens, restreignent l'emploi de ces bateaux.

Digitized by Google

On préfère les autres toutes les fois qu'on a besoin d'une grande vîtesse, même dans une mer agitée, à moins qu'on ne soit déterminé par des considérations particulières, comme pour la batterie flottante, *le Fulton premier*, où l'on tenoit à ce que les roues fussent à l'abri des boulets.

Je n'ai point tracé de plan des bateaux doubles mis en mouvement par des machines à vapeur, parce que la figure douze (pl. IV) qui représente un bateau du même genre, mu par des chevaux, en donne une idée suffisante.

Les deux carènes sont ordinairement à fond plat et à semelle; elles ont vingt à trente mètres de longueur et environ trois mètres de largeur, et sont placées à trois ou quatre mètres de distance l'une de l'autre. La longueur de la plate-forme est égale à celle des bateaux, et la largeur est de huit à dix mètres.

Ces bateaux ne virent point de bord; ils ont un gouvernail à chaque bout du canal.

A New-York, la plate-forme a vingt-deux à vingt-quatre mètres de longueur et environ neuf mètres de largeur. La machine à vapeur est établie au milieu, à la suite de la roue; il y a un petit cabinet à chaque bout, le plus grand est à la disposition du public, l'autre est un espèce de comptoir où l'on vend des rafraîchissemens.

Le cylindre des machines à vapeur a cinquante-un centimètres intérieurement, la course du piston est de $1^{m},20$ à $1^{m},40$. La roue a environ $3^{m},6$ de diamètre; les aubes, au nombre de huit, ont $2^{m},4$ de longueur et $0^{m},6$ de hauteur.

A Philadelphie, le cylindre de la machine à vapeur est incliné et placé dans une des cales avec la majeure partie du mécanisme; la chaudière est dans l'autre cale. La plate-forme n'étant embarrassée que par le tambour des roues n'a pas besoin d'être aussi grande qu'à New-York.

Le bateau double qui va de Washington à Alexandrie, a trente mètres de longueur; la plus grande partie de la plate-forme est

Digitized by Google

occupée par la chaudière, le mécanisme et des salons pour les passagers. On est ordinairement deux heures en route ; la distance est d'environ cinq milles marins.

Le docteur Franklin étoit d'avis qu'il falloit rendre parallèles les côtés du canal, afin de faciliter le passage de l'eau. M. Fulton, admettoit l'exactitude de cette proposition pour des bateaux qui seroient destinés à naviguer à la voile; mais, assimilant les surfaces planes aux dérives qui éprouvent une grande résistance latérale, il a adopté les côtés courbes dans les bateaux doubles qu'il a fait construire, en donnant pour raison que moins il y a de résistance, en quelque sens que ce soit, plus les bateaux sont convenables. L'expérience, plutôt que ces motifs, doit décider la question.

M. Fulton avoit employé des moyens assez ingénieux pour amortir la vîtesse des bateaux lorsqu'ils abordent au quai ; mais on a trouvé qu'il suffisoit de changer la direction du mouvement des roues à aubes. L'habitude fait bientôt connoître au timonnier à quelle distance de terre il doit commencer à faire tourner en sens contraire : il s'y prend de bonne heure, parce qu'il est toujours facile de faire arrêter entièrement la machine, ou de la faire marcher dans la première direction quand le bateau perd trop tôt sa vîtesse. (*Voir* la note IV.)

Des bateaux à manége.

Les bateaux à manége ont de si grands rapports avec les bateaux à vapeur doubles, qu'on est conduit naturellement à en rapprocher les descriptions ; destinés les uns et les autres au passage des rivières, construits sur les mêmes principes, ils ne diffèrent essentiellement que par la nature du moteur, et l'étendue de la plate-forme : des chevaux remplacent la machine à vapeur, et pour qu'on puisse circuler autour du manége, le pont est saillant en dehors des bateaux.

Digitized by Google

Celui qui est représenté en plan et en élévation figure 12, (pl. IV) a vingt-quatre mètres de longueur et douze mètres de largeur.

Chaque carène a trois mètres de largeur; la distance de l'une à l'autre est de $3^{m},3$.

La roue à aubes R a $3^{m},6$ de diamètre; elle est composée de deux parties qui forment en quelque sorte deux roues sur le même arbre SS, une à chaque bout. Chacune a huit aubes de $1^{m},2$ de longueur, et de 0^{m}, 6 de hauteur. La division de la roue en deux est nécessitée par le passage d'une forte pièce de bois qui porte le poinçon du manége JJ. Une grande roue dentée horizontale KK, montée sur le poinçon JJ, engrène, avec deux autres petites roues verticales T, T, placées sur l'arbre SS des roues à aubes RR. Ces deux petites roues peuvent s'écarter de la grande roue en glissant sur l'arbre, et on les fait engrener et désengrener à volonté par le moyen d'un levier. Lorsqu'on veut suspendre le mouvement on les engage toutes les deux au moment où l'on arrête les chevaux, et l'on dégage ensuite celle de droite ou celle de gauche, selon le sens dans lequel on veut faire aller le bateau.

Par l'effet de cette disposition, les chevaux marchent toujours dans la même direction, et le bateau, qui est symétrique, n'a jamais besoin d'éviter. C'est par ce motif qu'il y a deux gouvernails Q, Q. Les treuils Q', Q' qui les font mouvoir sont placés au-dessus du mécanisme.

La grande roue du manége KK, a six fois autant de dents que les petites T, T : elle fait deux tours et demi par minute. La roue à aubes R en fait quinze, et les aubes frappent cent vingt fois l'eau.

Les flèches I, I, I auxquelles les chevaux sont attelés forment le prolongement des rayons de la grande roue dentée. Il y a des manéges à quatre chevaux et d'autres à dix.

La figure 13 représente une seconde manière de transmettre aux aubes la force des chevaux. La grande roue dentée horizontale

Digitized by Google

KK est placée plus haut; elle n'agit pas immédiatement sur les petites roues établies sur l'arbre SS de la roue à aubes; il y a de chaque côté un arbre vertical qui porte deux roues dentées séparées N, O, lesquelles engrènent, l'une N, N avec la grande roue horizontale K, K, l'autre O, O avec une des petites roues T, T montées sur l'arbre des aubes.

Une troisième manière, indiquée par la figure 14, ne diffère de la précédente qu'en ce que l'arbre intermédiaire est horizontal et ses deux roues N, O accolées. Dans ces deux dispositions, chaque arbre intermédiaire est monté dans un châssis mobile; et c'est en écartant l'un ou l'autre des châssis qu'on détermine le sens du mouvement. Le mécanisme est plus compliqué que dans la première manière que j'ai décrite, et il doit y avoir plus de force perdue. Dans le mode d'application des chevaux, représenté figure 15, qu'on a essayé pendant mon séjour aux États-Unis, on tire un plus grand parti de la force de ces animaux; mais on ne sauroit en employer qu'un petit nombre; et il est peu probable qu'ils puissent supporter long-temps les fatigues auxquelles ils sont exposés.

Les chevaux sont placés sur un plan incliné mobile II qui fuit sous leurs pas à mesure qu'ils marchent. Le plan est porté par un arbre oblique JJ, sur lequel est fixée une roue dentée KK, qui engrène avec deux petites roues T, T, placées sur l'arbre SS de la roue à aubes RR, de manière à pouvoir glisser sur cet arbre pour être mises à volonté en communication avec la grande roue dentée.

Il auroit été facile de disposer les axes des roues dentées de manière à ce qu'ils fussent dans un même plan; mais on a fait passer les arbres à côté l'un de l'autre, ce qui oblige à donner un peu d'obliquité aux dents.

L'établissement d'un plan incliné mobile exige que le bateau ait une très-grande largeur; et lorsqu'on n'a pas besoin d'une grande capacité on peut réduire à proportion le tirant d'eau.

Digitized by Google

Pour assurer l'effet du gouvernail Q, on a disposé le safran comme les dérives qu'on place quelquefois sur les côtés des navires, et il descend au-dessous de la quille quand la profondeur de la rivière le permet.

La première idée d'un manége appliqué à mettre en mouvement des roues à aubes placées sur les côtés d'un bateau, paroît due à M. le comte de Saxe. On peut voir parmi les machines approuvées par l'Académie en 1732, le mécanisme qu'il a proposé, duquel celui que j'ai décrit ci-dessus ne diffère dans aucun point important.

Digitized by Google

ARTICLE IV.

Des machines à vapeur établies sur les bateaux d'Amérique.

Les expériences faites en France, par M. Fulton, ne lui laissoient aucun doute sur la réussite de ses projets. Lorsque, par suite de sa conviction, il se détermina à retourner dans sa patrie pour y construire un bateau à vapeur, il commanda en Angleterre une machine de la force de vingt chevaux. Pendant son séjour dans cette contrée, il convint avec M. Watt des principales modifications à faire dans le mécanisme pour le rendre propre à l'objet qu'il avoit en vue. A cela près, c'est selon les principes, et à l'imitation des machines de ce célèbre mécanicien, que les Américains ont d'abord exécuté les machines de leurs bateaux; mais ils ont ensuite profité des améliorations faites en Europe, et perfectionné eux-mêmes l'art d'employer la vapeur.

Ce rapport n'étant point un traité des machines à vapeur, leur histoire, les principes qui servent de base à leur construction et la description détaillée de leurs parties ne peuvent entrer dans mon plan : je dois me borner à faire connoître les principales dispositions adoptées dans les bateaux des États-Unis.

§. I.

Description de la machine du bateau LE CHANCELLOR LIVINGSTON, *et du régulateur simplifié, adopté depuis la construction de cette machine.*

La plupart des machines à vapeur des bateaux que j'ai vus en

Digitized by Google

Amérique, sont, à quelques modifications près, semblables à celle du bateau *le Chancellor Livingston,* qui est représentée *fig. 18* et *19* (pl. V). C'est une machine à pression simple et à double effet. Le cylindre principal GH est vertical. Le condenseur C′ est placé au-dessous, et l'on voit à droite une portion de la chaudière C qui est dessinée à part, *fig. 41*, *42* et *43* (pl. IX).

Le tuyau DDEE qui part de la chaudière conduit la vapeur au cylindre; deux soupapes A et Z′ servent à la faire entrer tantôt au-dessus du piston I, tantôt au-dessous, et quand elle a produit l'effet qu'on en attend, deux autres soupapes A′ et Z la laissent passer dans un tuyau E′E′D′D′ qui communique avec le condenseur.

Pour suivre en détail la marche de la vapeur, il convient de fixer son attention sur la disposition des tuyaux et des soupapes dont la figure 18 offre une coupe.

Les soupapes sont renfermées dans deux boîtes verticales *ee* et *e′e′*, placées auprès du cylindre : l'une *ee* en haut et l'autre *e′e′* en bas. Chacune de ces boîtes est divisée en trois compartimens, et contient deux soupapes A, A′ ou Z, Z′, établies dans les cloisons qui séparent les compartimens : ces soupapes s'ouvrent de bas en haut.

Les compartimens supérieurs de chaque boîte se remplissent de vapeur à mesure qu'il s'en forme, l'un par le tuyau DD (*fig. 18*) qui vient directement de la chaudière, l'autre par un tuyau de communication EE (*fig. 19*) entre ces deux compartimens.

Les compartimens inférieurs font en quelque sorte partie du condenseur C′ (*fig. 18* et *19*), puisqu'ils sont réunis l'un à l'autre par un tuyau E′E′, et que celui de la boîte d'en bas est joint au condenseur par un autre tuyau D′D′ (*fig. 18*). Enfin, les compartimens intermédiaires F et F′ communiquent avec le cylindre à vapeur, l'un au-dessus du piston, l'autre au-dessous.

Digitized by Google

Dans les figures, on suppose que le piston I est rendu au haut du cylindre et sur le point de commencer à descendre. Déjà la soupape supérieure A de la boîte d'en haut *ee*, par laquelle la vapeur parvient au-dessus du piston, et la soupape inférieure Z de la boîte d'en bas *e'e'*, par laquelle la vapeur ou l'air qui est au-dessous du piston peut passer dans le condenseur, sont ouvertes; et la soupape supérieure Z' de la boîte d'en bas *e'e'*, qui permettroit à la vapeur de se rendre sous le piston, et la soupape inférieure A' de la boîte d'en haut *ee*, qui établiroit la communication entre la vapeur au-dessous du piston et le condenseur C', sont fermées.

Lorsque la vapeur introduite dans la partie supérieure du cylindre a acquis assez de force pour vaincre la résistance qui s'oppose au mouvement du piston, le piston descend jusqu'auprès du fond : alors un mécanisme spécial ferme les deux soupapes ouvertes A et Z, et ouvre au même instant les deux soupapes fermées A' et Z'. La vapeur ne pouvant plus arriver au-dessus du piston, se rend au-dessous en suivant le tuyau E E (*fig. 19*) qui fait communiquer entre eux les compartimens supérieurs de chaque boîte. Pendant ce temps, la vapeur ou l'air qui est dans la partie supérieure du cylindre passe au condenseur C' (*fig. 18*) par le tuyau E'E' qui réunit les compartimens inférieurs de chaque boîte; elle cesse d'exercer un grand effort sur le piston qui, cédant à l'action de la vapeur qui est au-dessous, remonte jusqu'au haut du cylindre. Les soupapes reprennent aussitôt la position indiquée dans la figure, et le piston descend de nouveau pour remonter bientôt après.

La vapeur en arrivant dans le condenseur C', trouve un jet continuel d'eau froide qui en abaisse la température, la ramène en grande partie à l'état liquide, et en réduit tellement la force élastique, qu'elle peut à peine supporter une colonne de mercure de dix à douze centimètres de hauteur.

Digitized by Google

L'eau échauffée par la condensation de la vapeur, et l'air ou la vapeur qui restent dans le condenseur, se rendent à la pompe à air G'H' par un tuyau PP, sur lequel est une soupape B' qui s'ouvre lorsque la vapeur a plus de force que l'atmosphère; ce qui peut arriver quelquefois, par exemple, lorsqu'on ferme le robinet du tuyau d'injection.

La pompe à air G'H' verse l'eau qu'elle retire du condenseur dans une caisse *i'*, d'où elle passe à la mer, lorsqu'elle est arrivée à une certaine hauteur, par un tuyau qui n'est pas tracé dans la figure. La partie inférieure de la caisse communique par un tuyau *l'* avec une petite pompe aspirante et foulante *i*, qui force une partie de l'eau chaude, provenant du condenseur, à rentrer par un autre tuyau *l* dans la chaudière C, pour remplacer celle qui s'est réduite en vapeur. Des robinets convenablement disposés, mais qui n'ont point été dessinés, servent à suspendre à volonté l'introduction de cette eau dans la chaudière.

Deux ou trois petits robinets placés au bout de la chaudière, vers le niveau de l'eau qu'elle contient, font juger s'il y en a une quantité suffisante ou trop forte.

Le piston I porte une tige JK qui sort du cylindre en passant dans une boîte L contenant des garnitures destinées à empêcher la vapeur de s'échapper. Au haut de cette tige est une traverse horizontale N, semblable à un fléau, à laquelle se rattache tout le reste du mécanisme.

La machine est destinée à faire tourner deux roues à aubes R, R (pl. I, *fig. 1*) placées en dehors du bateau, une de chaque côté. L'axe commun de rotation SS des deux roues est perpendiculaire à la direction de la quille, et rencontre, à angle droit, celui du cylindre principal. Chaque roue est montée sur un arbre particulier; mais les deux arbres peuvent être considérés comme des portions d'un seul arbre qui seroit interrompu par le cylindre. Chaque arbre particulier porte à l'extrémité intérieure une roue

Digitized by Google

dentée T, près de la circonférence de laquelle est fixé un bouton saillant O qui sert à la faire tourner. Ce bouton O est lié par une verge ou bièle ON au bras correspondant du fléau NN assemblé avec la tige JK du piston : en sorte que toutes les fois que le piston monte et descend, la roue dentée T, et par suite la roue à aubes R, qui est du même côté, fait un demi-tour.

La roue dentée T engrène avec une autre plus petite T′ placée sur l'arbre d'un volant double R′ destiné à entretenir et à régulariser le jeu de la machine. L'arbre S′ du volant R′ sert d'ailleurs à lier entre eux les deux côtés du mécanisme.

Une seconde paire de bièles *no*, également suspendue au fléau NN, agit de chaque côté sur un balancier en fer O′*o*, dont le bras opposé est très-gros, afin qu'il serve de contre-poids au piston et à une partie des pièces qu'il soutient. Ce même bras met la pompe à air en mouvement.

La tige J′K′ du piston I′ de cette pompe passe aussi au travers d'une boîte à garniture I′, et porte un fléau N′N′, à chaque extrémité duquel est une bièle pendante N′O′ qui tient par un bouton O′ au balancier O′*o*, afin que le mouvement du balancier détermine celui du piston de la pompe à air.

Une troisième paire de bièles *n′o′*, attachée au grand fléau NN, soulève une des extrémités *o′* d'un levier fourchu *o′k′*, dont le point d'appui est à l'autre extrémité, et au milieu *k′* duquel est attachée la tige *k′j′* de la pompe alimentaire *i* qui remplace l'eau dans la chaudière C.

On tire parti, dans beaucoup de bateaux, de l'élévation et de la descente de cette tige, pour mettre en rapport le mouvement du piston et celui du mécanisme qui règle l'ouverture et la fermeture des soupapes, mécanisme qu'on nomme *régulateur*, et que je décrirai bientôt.

Outre la pompe à air et la pompe alimentaire, il y a plusieurs petites pompes à main, mises à volonté en mouvement par la

Digitized by Google

machine, qui servent au besoin à faire entrer de l'eau froide dans la chaudière, à retirer celle qui est au fond du bateau, &c.

Pour que la résistance qu'éprouvent tantôt vers l'avant, tantôt vers l'arrière, les deux bièles pendantes ON qui font tourner l'arbre des roues à aubes, n'occasionne aucun dérangement dans la tige du piston, chaque extrémité du fléau est guidée par une barre en fer UU (*fig. 1, 2, 5*, pl. I) fixée parallèlement à la direction du mouvement à un pan de charpente V'U'V' qui s'élève du fond VV (*fig. 1* et *2*) du bateau, et est appuyé sur des massifs VV.

Les têtes des pans de charpente des deux côtés sont réunies par un chapeau U'U', et les pieds des pièces sont liés, par des bandes et des courbes de fer, aux massifs ou carlingues latérales V,V composées de plusieurs pièces superposées et chevillées solidement avec les varangues du bateau.

Les chantiers de la chaudière C sont établis sur ces deux carlingues VV.

La machine est placée entre les deux pans de la charpente. Le condenseur C' et la pompe à air G'H' tiennent entre eux par une pièce en fer coulé PP, dans laquelle passe le canal qui va de l'un à l'autre. La charpente porte les extrémités intérieures des arbres SS, SS (*fig. 1 et 3*), des roues à aubes, et les bouts de l'arbre S'S' du volant.

Ces dispositions paroissent bien entendues; elles fortifient le bateau, et font supporter par la charpente la majeure partie de la réaction de la machine. Quand on a commencé à les adopter on a fait une charpente assez compliquée. La figure 16 (pl. IV) représente celle du *Washington*, construit en 1813, et la figure 17 celle du *Maryland*, construit en 1818.

Les tiges des soupapes A*b*, A'*b'*, Z*y*, Z'*y'* (*fig. 18*) de chaque boîte glissent l'une dans l'autre, et parviennent en dehors en passant dans des boîtes à garniture qui empêchent la vapeur de s'échapper. A chacune des soupapes A, A', Z,Z' correspond un petit arbre

Digitized by Google

horizontal *a,a′,z,z′* portant deux bras, l'un *ab,a′b′, zy,z′y′* destiné à ouvrir ou fermer la soupape est attaché à sa tige; l'autre, *ac,a′c′, zx, z′x′,* destiné à faire tourner le petit arbre, est lié par une bièle à un des deux grands arbres horizontaux *m* ou *m′*, dont je vais indiquer l'usage.

D'après ce qui a été dit précédemment, lorsque le piston arrive au haut du cylindre, la soupape supérieure A de la boîte d'en haut *ee*, et la soupape inférieure Z de la boîte d'en bas *e′e′*, que j'appellerai *soupapes extrêmes*, doivent s'ouvrir, et en même temps la soupape inférieure A′ de la boîte d'en haut *ee*, et la soupape supérieure de la boîte Z′ d'en bas *e′e′*, ou les *soupapes moyennes*, doivent se fermer, et le contraire doit avoir lieu quand le piston est revenu en haut. Pour que ces changemens s'opèrent à propos, on les fait dépendre de la rotation partielle des deux arbres horizontaux *m,m′*, qui sont plus grands que les quatre arbres *a′,a,z,z′*, qui correspondent à chaque soupape, et qui portent, comme ceux-ci, plusieurs bras destinés à la transmission du mouvement. Ces deux arbres *m,m′* sont disposés de manière que le supérieur *m* fasse *ouvrir* ou *fermer* les soupapes extrêmes, et que l'inférieur *m′* produise au même moment un effet contraire sur les soupapes moyennes.

La tige *k′j′* de la pompe *i* qui remplace l'eau de la chaudière est garnie de deux boutons ou coussins *u, u′;* lorsque cette tige arrive vers le bas de sa course, le coussin supérieur *u* appuie sur un bras courbe *t* tenant au grand arbre *m*, et fait tourner cet arbre. Voici ce qui résulte de ce mouvement:

1.° Un second bras *m d* qui agit par le moyen d'une verge *dc* sur le bras extérieur *ca* du petit arbre *a* qui correspond à la soupape supérieure A de la boîte d'en haut *ee*, fait mouvoir ce petit arbre et fermer la soupape A.

2.° Un troisième bras *m v*, lié par une bièle *v x* au bras supérieur *z x* du petit arbre *z*, dont dépend le mouvement de

Digitized by Google

la soupape inférieure Z de la boîte d'en bas *e′e′*, fait tourner ce petit arbre, et fermer aussi la soupape Z.

3.° Une came *r*, fixée au même grand arbre *m*, presse sur la partie convexe de la tête *s* d'une pièce *ss′* en forme de S, placée entre les deux grands arbres *m*, *m′* et mobile autour de son centre. Quand le piston I, ou, ce qui revient au même, quand la tige *j′k′* de la petite pompe *i* se trouve tout-à-fait descendue, la came est parvenue à une dent *s* de la pièce en S, et cette pièce, rappelée par un ressort qui n'est point tracé dans la figure, retient la came et empêche le poids *p*, qui est suspendu au quatrième bras *mq* du grand arbre supérieur *m*, de ramener cet arbre à sa position primitive.

4.° La pièce en S, en tournant par l'effort de la came *r* de l'arbre supérieur, dégage d'une dent *s′*, formée à la partie convexe de sa branche inférieure, une autre came fixée à l'arbre inférieur *m′*. Le poids *p′*, suspendu à l'un des bras *m′q′* de l'arbre inférieur *m′*, fait aussitôt tourner cet arbre.

5.° Un des bras *m′d′* de l'arbre inférieur *m′*, agissant par le moyen d'une bièle *d′c′* sur le petit arbre *a′* de la soupape inférieure A′ de la boîte d'en haut *ee*, ouvre cette soupape.

6.° Enfin, un autre bras *m′v′* de l'arbre inférieur *m′*, ouvre la soupape supérieure Z′ de la boîte d'en bas *e′e′*, en faisant tourner le petit arbre correspondant *z′*, par le moyen d'un bras *z′x′* de ce petit arbre et d'une bièle intermédiaire *x′v′*.

Le bras courbe *m′t′* du grand arbre inférieur *m′* s'est abaissé par la chûte du poids *p′* attaché à l'un des bras *m′q′* de cet arbre. Lorque le piston I remonte, le bouton inférieur *u′* de la tige *j′k′* de la pompe alimentaire soulève le bras courbe *t′* et fait tourner l'arbre *m′*; les deux autres bras *m′d′*, *m′v′*, par le moyen de leurs bièles *d′c′*, *v′x′*, transmettent ce mouvement aux petits arbres *a′*, *z′* correspondant aux soupapes moyennes A′, Z′, qui se ferment à l'instant que la came *r′* du grand arbre inférieur *m′*, en appuyant

Digitized by Google

sur la pièce en S, vient de dégager la came *r* de l'autre arbre *m* et de s'engager dans la dent *s'* de la branche inférieure de cette pièce.

Le piston I est alors au haut de sa course.

Aussitôt que la came *r* du grand arbre supérieur *m* a cessé d'être retenue par la pièce en S, le poids *p* attaché à l'un de ses bras *mq* le fait tourner. Les arbres *a* et *z* des soupapes extrêmes A et Z, qui sont liés par des bras *md, mv, ac* et *zx* et des bièles *dc* et *vx* à cet arbre *m*, tournent aussi : les soupapes correspondantes A et Z s'ouvrent, et toutes les parties du mécanisme se trouvent de nouveau dans la position qu'indique les figures, le piston I prêt à descendre.

Pour empêcher la vapeur de passer de la chaudière dans le cylindre, il n'y a qu'à engager à-la-fois les deux cames *r, r'* dans les dents *s, s'* de la pièce en S, en prenant à la main les poignées *t, t'* des bras courbes *mt, m't'*, et les rapprochant de la ligne horizontale, ce qui ferme à-la-fois les quatre soupapes.

Pour introduire ensuite la vapeur dans le cylindre, au-dessous du piston, par exemple, on retient d'une main le bras *t* de l'arbre supérieur *m*, et de l'autre on écarte un peu la pièce en S, afin que la came *r'* de l'arbre inférieur *m'* se dégageant, le poids *p'*, qui est attaché à cet arbre, le fasse tourner, et que les soupapes moyennes A', Z' s'ouvrent.

On peut ainsi, quand la machine est en repos, faire à volonté monter ou descendre le piston.

Quand le cylindre et le condenseur sont remplis d'air, en ouvrant les quatre soupapes, la vapeur forcera l'air de sortir presque entièrement par la soupape B' qui est placée entre le condenseur et la pompe à air, et si, après avoir fermé les deux soupapes extrêmes, on ouvre le robinet d'injection, le piston montera. Il descendroit si l'on fermoit d'abord les deux soupapes moyennes.

On peut remarquer qu'il n'y a guère d'autres secousses dans

Digitized by Google

tous ces mouvemens que celles qui résultent de la chute des poids *p* et *p'* suspendus aux deux grands arbres *m* et *m'*; car lorsque les boutons *u*, *u'* de la tige *j' k'* de la pompe *i* commencent à rencontrer les bras courbes, leur action s'exerce par un levier assez long : les poids sont d'ailleurs alors presque à plomb sous les arbres; il faut peu de force pour les mettre en mouvement, et il n'y a, pour ainsi dire, point de choc.

Le mouvement des soupapes n'exige un grand effort que quand elles commencent à s'ouvrir; mais alors les bras *mq*, *m'q'* auxquels les poids *p*, *p'* sont suspendus, étant horizontaux, et les bièles *cd*, *vx*, *c'd'*, *v'x'*, qui transmettent aux petits arbres *a*, *z*, *a'*, *z'* le mouvement des grands *m* et *m'*, dirigées suivant l'axe de ceux-ci, les poids *p* et *p'* font le plus d'effet possible, puisque les soupapes ne prennent dans le premier moment qu'une vîtesse infiniment moindre que celle des poids.

Ce mécanisme atteint parfaitement, comme on voit, le but qu'on s'est proposé; mais il est extrêmement compliqué, et je n'en aurois point donné la description s'il n'avoit été généralement adopté dans les bateaux construits par M. Fulton, et s'il n'étoit pas préféré aux autres par beaucoup de machinistes.

Dans quelques bateaux nouvellement construits, on a choisi un régulateur beaucoup plus simple, représenté *fig. 20*, pl. V.

Il y a devant les boîtes à soupapes deux barres de fer verticales *at* et *a't'* à-peu-près de la hauteur de l'appareil; les tiges des soupapes extrêmes sont attachées aux bouts de deux pièces horizontales *ab*, *zy* fixées à la barre la plus courte *at*, et les tiges des deux soupapes moyennes sont réunies de la même manière avec la barre la plus longue. Les barres sont maintenues verticales par des colliers dans lesquels elles peuvent glisser; les deux soupapes extrêmes s'ouvrent par l'élévation de la barre la plus courte *at*, et les deux soupapes moyennes par l'élévation de la barre la plus longue *a't'*.

Digitized by Google

Les bouts inférieurs *t*, *t'* des barres, faits en forme de pieds, reposent sur un arbre cylindrique horizontal M', garni de deux cames *u*, *u'* placées de côtés opposés, une sous chacun des pieds *t*, *t'* des barres. Cet arbre reçoit un mouvement de rotation alternatif par le moyen d'un bras M'*j*, et d'une bièle *jk* qui embrasse un cercle excentrique, combiné avec le mécanisme général, de manière à faire un tour pendant que le piston monte et descend.

La figure représente l'arbre M', au milieu de son oscillation, les deux barres *at*, *a't'* appuyées dessus, et par conséquent les quatre soupapes fermées. La ligne de direction de l'excentrique est perpendiculaire à la bièle *kj*, et le piston est à un des bouts du cylindre. Je supposerai, pour fixer les idées, que la direction du mouvement de rotation porte l'excentrique vers la droite, et que, par conséquent, le piston est en haut.

Le bras M'*j* de l'arbre M' tournera dès-lors vers la droite, la barre longue *a't'* n'éprouvera aucun mouvement, et les deux soupapes moyennes resteront fermées; mais la came de gauche *u* soulèvera la barre courte *at*, les soupapes extrêmes commenceront à s'ouvrir et le piston à descendre. Lorsque l'excentrique aura fait environ un quart de tour, et que le piston sera rendu au milieu du cylindre, le bras M'*j* sera tout-à-fait à droite, et les soupapes extrêmes entièrement ouvertes. Elles se fermeront à mesure que le piston descendra, et lorsqu'il sera arrivé au bas de sa course, le bras M'*j* et l'arbre M' seront revenus à la position qu'ils avoient d'abord; l'excentrique sera de nouveau perpendiculaire à la bièle *jk*, mais du côté opposé, et les quatre soupapes seront fermées.

L'excentrique continuant à tourner entraînera le bras M'*j* de l'arbre M' vers la gauche, la barre courte *at* cessant de se mouvoir, les soupapes extrêmes resteront fermées à leur tour; la came de droite *u'* soulevant la grande barre *a't'*, ouvrira les soupapes moyennes, et le piston remontera. Quand il sera parvenu au milieu

Digitized by Google

de sa course, l'excentrique sera sur la gauche ainsi que le bras M′*j*, et les soupapes moyennes seront complétement ouvertes. Le piston continuant à monter, l'excentrique et le bras M′*j* marcheront de gauche à droite, et les soupapes se fermeront peu-à-peu; et quand le piston sera revenu au haut du cylindre, les quatre soupapes seront de nouveau fermées, et tout se retrouvera dans l'état indiqué par la figure.

Par la nature de l'excentrique, le mouvement de l'arbre M′ est très-lent pendant que les soupapes doivent rester ouvertes : il est le plus rapide lorsqu'elles commencent à s'ouvrir, et la courbure des cames *u*, *u*′ est telle que les barres *at*, *a*′*t*′ montent lentement jusqu'à ce que les soupapes se soient détachées de leurs paliers; mais bientôt les cames agissant à une grande distance de leur centre de rotation, l'ouverture des soupapes acquiert une grandeur suffisante; cependant les soupapes ne s'ouvrent pas aussi vîte que par le premier régulateur que j'ai décrit, et c'est probablement le motif pour lequel plusieurs personnes s'en tiennent à ce premier mécanisme malgré sa complication.

Le cercle excentrique sur lequel passe la bièle qui sert au mouvement des soupapes, n'est pas ordinairement monté sur l'arbre des roues à aubes, mais sur un arbre particulier, placé plus bas, qui reçoit son mouvement de l'arbre des roues à aubes, ou de l'arbre du volant par des roues dentées, de dimensions convenables pour qu'il fasse un tour pendant que le piston monte et descend.

La bièle *kj* n'est pas fixée au bras M′*j* de l'arbre M′ qui soulève les barres *at*, *a*′*t*′, mais accrochée à un bouton *j*; il suffit de l'élever un peu et de ramener le bras au milieu de sa course pour que les barres descendent et que les quatre soupapes soient fermées. On les ouvre à volonté en soulevant les barres par le moyen de deux leviers portatifs (dont un *hh*′ est représenté dans la figure) qu'on appuie sur une pièce *h* placée exprès devant les

Digitized by Google

barres. On voit aisément comment on peut empêcher la vapeur d'entrer dans le cylindre, l'introduire au-dessus ou au-dessous du du piston, purger la machine d'air, la mettre en mouvement ou l'arrêter.

Un des moyens les plus simples de changer la direction du mouvement, est de placer au-dessous de l'arbre M′ un bras à-peu-près opposé au bras M′*j*, et d'y accrocher la bièle lorsqu'on remet la machine en mouvement. On peut aussi laisser à l'excentrique la faculté de faire un demi-tour sur son arbre.

§. II.

Description de la machine à haute pression du bateau L'ÆTNA de Philadelphie.

Les machines des bateaux d'Amérique, du moins dans les ports que j'ai visités, sont presque toutes à pression simple, c'est-à-dire que l'excès de la force de la vapeur sur celle de l'air extérieur surpasse rarement la pression atmosphérique. A bord du bateau *le Delaware* la vapeur soutient quelquefois le mercure à $0^m,90$ dans l'air; mais il y a dans le tuyau de communication de la chaudière au cylindre un registre qui suspend momentanément l'introduction de la vapeur, afin qu'elle puisse agir par son élasticité. La machine n'a d'ailleurs rien de particulier.

Dans la machine représentée *figure 21*, planche VI, la tension de la vapeur s'élève à plusieurs fois la force de l'atmosphère.

L'Ætna et *le Pennsylvania* sont les seuls bateaux où j'aie vu de semblables machines. Elles ont été construites par M. Olivier Evans ou par ses successeurs, qui soutiennent la réputation qu'il s'est acquise par les améliorations qu'il a introduites dans les moulins et dans les machines à vapeur.

Le cylindre à vapeur GH est placé verticalement à environ

Digitized by Google

deux mètres au-dessus du fond du bateau. La tige du piston JK soulève un levier en bois NX′ dont un des bouts N porte une bièle NO qui agit sur le coude SO de l'arbre S des roues à aubes R. L'autre bout X′ est soutenu par un chevalet X′Y′ mobile autour de son extrémité inférieure Y′; le point X du levier qui est au milieu de la distance, entre le point d'attache X′ du chevalet et celui de la tige du piston marqué K, est lié à la charpente, qui dirige le levier de chaque côté, par une verge XY égale à la moitié de cette distance. Cette verge est horizontale en même temps que le levier; lorsqu'il s'élève ou s'abaisse, elle le retient, le chevalet s'incline un peu et la tige du piston reste sensiblement verticale.

Je tiens du mécanicien qui est à bord de *l'Ætna*, que la soupape de sûreté est chargée de $10^k,54$ par centimètre carré, ou de $8^k,23$ par centimètre circulaire; ce qui correspond à un peu plus de dix fois la force de l'atmosphère (1).

On attend pour faire passer la vapeur dans le cylindre qu'elle ait acquis assez d'élasticité pour être sur le point d'ouvrir la soupape de sûreté.

Si on la laissait entrer jusqu'à ce que le piston fût rendu au bout de sa course, elle conserveroit en sortant une force considérable, capable de mettre en mouvement une autre machine.

Pour tirer parti de cette force, qui seroit perdue si la vapeur se dégageoit dans l'air, la communication de la chaudière et du cylindre est interrompue dès que le piston a parcouru un certain espace, et la vapeur, agissant uniquement par son ressort, se dilate et fait achever au piston le reste de sa course.

---

(1) La pesanteur spécifique du mercure étant..... $13^k,6$.
Un centimètre cube pèse..... $0^k,0136$.
L'atmosphère soutient une colonne de mercure de..... $0^m,76$.
et par conséquent, pour chaque centimètre carré, un poids de..... $1^k,0336$.
Dix fois la pression de l'atmosphère répondent ainsi à..... $10^k,336$.

Digitized by Google

Plusieurs auteurs ont calculé les effets de la vapeur qui se dilate, mais aucun, que je sache, n'a eu égard à l'abaissement de température qu'elle éprouve. Ils sont arrivés à des valeurs de cet effet qui sont trop considérables, et que je crois inutile de rapporter. On ne parviendra à des résultats précis que lorsqu'on aura vérifié, à de hautes températures, les lois de la formation et de la dilatation des vapeurs, et reconnu celle que suit la force expansive sur laquelle peu d'expériences exactes ont été faites au-dessus du degré ordinaire de l'ébullition. (*Voir* la note VII.)

Dans l'état actuel de nos connoissances, l'expérience seule me paroît devoir déterminer la durée de l'introduction de la vapeur dans le cylindre. La figure 24 représente la soupape pour le cas où l'introduction auroit lieu pendant le quart de la course du piston.

La longueur de la plaque qui forme le fond du cylindre à vapeur GH est à-peu-près double de sa largeur. On a ménagé dans son épaisseur quatre conduits dont les orifices D, D′, A et Z sont compris dans une boîte cylindrique *ee* qui est à côté du cylindre et fondue avec la partie saillante du fond.

Un de ces conduits marqué D, fait suite au tuyau DD qui vient de la chaudière et sert à amener la vapeur dans la boîte *ee* qui doit en être constamment remplie. Deux autres AF et ZF′ sont diamétralement opposés entre eux : l'un AF débouche sous un tuyau vertical F coulé avec le cylindre, et qui, s'élevant jusqu'à la plaque supérieure, porte la vapeur au-dessus du piston; l'autre ZF′ amène la vapeur au-dessous du piston.

Le dernier D′D′ est destiné à l'évacuation de la vapeur et se réunit au tuyau qui va au condenseur C′, figure 21.

Les orifices A, Z, D′ (*fig. 24*) des trois derniers conduits sont recouverts par un plateau circulaire en fer qui s'applique parfaitement sur le fond de la boîte, de manière à intercepter le passage de la vapeur. Ce plateau est fixé à un arbre vertical *zz*

Digitized by Google

(*fig. 21*) qui traverse le fond, au centre de la boîte, et il tourne autour de l'axe de cet arbre comme une meule de moulin, toujours dans le même sens et avec une vîtesse exactement égale à celle des roues à aubes.

Dans la figure 24, le plateau n'est pas placé sur les orifices des conduits, il est dessiné à part vers la gauche, et il est représenté renversé vers la droite, afin qu'on puisse voir aisément les divers canaux de la plaque du fond de la boîte et du plateau. Le sens du mouvement est indiqué par une flèche.

Les orifices A et Z des conduits, qui sont diamétralement opposés, occupent chacun le douzième d'une couronne comprise entre deux cercles décrits du centre du plateau.

Le plateau est percé d'un trou D, égal à l'un de ces orifices et à même distance du centre; lorsque, par l'effet du mouvement du plateau, le trou D correspond à l'orifice A du premier de ces conduits, la vapeur passe sur le piston; lorsqu'il correspond à l'orifice Z du second, la vapeur passe sous le piston.

L'orifice D′ du conduit qui va au condenseur aboutit dans une rainure circulaire creusée dans le fond de la boîte. Cette rainure correspond à une semblable D′D′ qui est creusée dans le plateau, et qui est en communication, par le moyen d'un passage D′ dans l'épaisseur du métal, avec une autre rainure circulaire D′D′ qui n'a d'étendue que les cinq douzièmes de la circonférence, et qui est à même distance du centre que les orifices A et Z des deux conduits qui vont dessus ou dessous le piston. Selon que cette portion de rainure correspond à l'un ou à l'autre de ces deux orifices, la vapeur s'échappe de la partie supérieure, ou de la partie inférieure du cylindre : l'espace plein qui sépare cette rainure du trou D du plateau est égal à un douzième de la circonférence, afin qu'il puisse recouvrir entièrement les orifices de la plaque du fond.

Quand le piston est en haut, cet espace plein se trouve sur

Digitized by Google

l'orifice du conduit qui se rend à la partie supérieure du cylindre. Dans ce même moment, l'orifice du conduit qui va sous le piston est aussi recouvert et la vapeur ne peut ni entrer dans le cylindre ni en sortir.

Pour mettre la machine en mouvement, un ou deux hommes agissent sur les roues à aubes dans le sens où elles doivent tourner; le plateau tourne autant que ces roues; son trou D s'avance sur l'orifice A du conduit AF qui va au-dessus du piston, et la portion de rainure circulaire D'D', sur l'orifice Z du conduit ZF' qui va au-dessous; la vapeur passe dans la partie supérieure du cylindre; celle qui est dans la partie inférieure trouve une issue et le piston commence à descendre. A peine a-t-il parcouru un deux centième de sa course que déjà le plateau a fait plus d'un quarante-huitième de révolution. Les passages de la vapeur sont au quart ouverts : ils s'agrandissent jusqu'à ce que le trou du plateau corresponde à l'orifice A du conduit AF qui va au haut du cylindre : le piston est alors environ au quinzième de sa course. La vapeur continue à sortir librement de la partie inférieure du cylindre par l'orifice Z; mais l'orifice A du conduit AF de la partie supérieure commence à se réduire, et quand les roues à aubes et le plateau ont fait un sixième de révolution, et que le piston est au quart de sa course, cet orifice se trouve entièrement fermé.

Ce même orifice A reste fermé, et l'orifice Z ouvert, jusqu'à ce que le piston soit tout-à-fait descendu : alors l'un et l'autre sont bouchés, et la machine s'arrêteroit, si l'inertie du mécanisme ne déterminoit la continuation du mouvement.

Le plateau se trouvant avoir, par rapport à l'orifice Z du conduit ZF' allant sous le piston, la position qu'il avoit d'abord à l'égard de l'orifice A du conduit AF qui va sur le piston, la vapeur passe dans la partie inférieure du cylindre, et les mêmes circonstances se présentent pendant l'ascension du piston que pendant sa descente.

Digitized by Google

On arrête ordinairement la machine lorsque le piston est en haut, afin que le poids du grand levier facilite la mise en mouvement du mécanisme. Ainsi, de quelque sens qu'on fasse tourner les roues, c'est toujours dans la partie supérieure du cylindre qu'il faut d'abord introduire la vapeur (1), et le trou D du plateau doit commencer à s'avancer immédiatement sur l'orifice A du conduit A F qui va sur le piston : c'est pour cela que la direction du mouvement du plateau n'a pas besoin de changer.

Pour que le plateau fasse sa révolution en même temps que l'arbre des roues à aubes, on a placé sous le cylindre, à proximité de l'arbre du plateau, un petit arbre *m* (*fig. 21*) parallèle à l'arbre S des roues à aubes et tournant, avec une égale vîtesse, par le moyen d'un engrenage composé de deux roues égales M′ et *t* et d'une roue intermédiaire *u*.

Une roue d'angle *v*, fixée au bout de ce petit arbre *m*, engrène en haut et en bas avec deux roues d'angle *r*, *r′* de même grandeur qui tournent librement, mais de sens différens, sur l'arbre du plateau. On fixe ces deux dernières roues sur cet arbre quand on veut arrêter la machine : on fixe la supérieure *r* pour faire avancer le bateau, et l'inférieure *r′* pour le faire reculer, afin que le plateau tourne toujours du même sens.

L'arbre *zz* du plateau est creux et il est rempli par une broche ou noyau *h* qui lui sert comme de pivot. Il y a un support fixé sous l'arbre *zz*; mais la crapaudine, sur laquelle est appuyé le bout du noyau, est placée sur un levier *h′*, par le moyen duquel on peut enfoncer le noyau dans l'arbre, ou l'en retirer.

Les deux roues d'angle *r* et *r′* ont dans leurs embases des entailles dans lesquelles se logent des clavettes *s*, *s′* qui traversent l'arbre et le noyau. Ces clavettes ne tiennent qu'au noyau; elles

(1) Il n'en seroit pas ainsi dans le cas où l'on arrêteroit le piston vers le milieu du cylindre.

Digitized by Google

coulent dans les mortaises de l'arbre *zz*, et, selon qu'en changeant la position du levier *h'* on fait monter ou descendre le noyau, elles s'engagent dans l'embase de la roue supérieure *r* ou de la roue inférieure *r'*.

Par l'effet de cette disposition, le machiniste a la faculté de faire tourner l'arbre *zz* du plateau par la roue d'angle supérieure ou par l'inférieure *r'*, et d'arrêter à volonté la machine.

La vapeur en sortant du cylindre ne se dégage pas directement dans l'air; elle traverse une boîte C' dans laquelle il s'en condense une partie. Cette boîte, qui tient lieu de condenseur et de reniflar, est recouverte par une soupape B' (1).

Comme en arrivant dans cette espèce de condenseur la vapeur a ordinairement plus de force que l'atmosphère, elle repousseroit l'eau d'injection si l'on n'introduisoit cette eau par le moyen d'une pompe. Cette pompe communique à la mer par un tuyau d'aspiration *f'*, et avec le condenseur, par un tuyau d'ascension *f*.

La vapeur non condensé et l'air sortent de la boîte C' par un tuyau *i'* qui plonge dans la mer, et au besoin par la soupape supérieure B', quand leur force surpasse celle de l'atmosphère.

L'eau résultant de la condensation qui se réunit au fond de la boîte C', est conduite par un tuyau *l'* à une autre petite pompe *i* qui la pousse dans la chaudière par un tuyau *l*, ou la renvoie à la mer par un tuyau *g'*, selon que l'un ou l'autre des deux robinets *g*, *g* est fermé.

Les tiges des deux pompes, dont je viens d'indiquer l'usage, sont attachées aux extrémités *k'* et *o'* d'un balancier *k' o'*, mis en mouvement, par le grand levier NX', moyennant deux bièles *o' n'* et *no*, et un balancier transversal intermédiaire *n' o*.

L'irrégularité du mouvement des machines dans lesquelles la vapeur agit en se dilatant, est naturellement très-grande; la force

(1) Je ne sais si cette soupape existe dans toutes les machines.

Digitized by Google

motrice qui, au commencement de la course du piston, est égale à huit ou dix fois la pression de l'atmosphère, se réduit vers la fin à une ou deux fois cette pression. De là résulte la nécessité d'un volant assez considérable, si l'on veut obtenir un mouvement un peu uniforme. Cette pièce est d'ailleurs indispensable pour faire tourner le plateau qui tient lieu de soupapes, lors même qu'on n'a besoin ni d'une grande régularité ni d'un mouvement de rotation.

La machine du bateau *l'Ætna* n'a point de volant proprement dit : l'inertie des roues à aubes, dont la jante R′ du côté du bateau est en fer fondu, et a dix-huit centimètres de largeur et quatre centimètres d'épaisseur, suffit pour entretenir le mouvement.

La suspension du levier est assez remarquable, moins par la manière dont la tige du piston est maintenue verticale (manière qui n'est au fond qu'une légère modification du parallélogramme que M. Watt a depuis long-temps employé), que par l'avantage de ne pas perdre autant de force par l'inertie du mécanisme que quand on fait usage d'un balancier suspendu par son centre de gravité (1). Le levier en descendant rend du moins en grande partie la force vive dépensée pour le faire monter : il est vrai qu'en même temps il augmente l'irrégularité du mouvement; mais cet inconvénient sera bien diminué si l'on place un poids convenable vers la partie de la circonférence du volant ou des roues à aubes qui est opposée au levier (2).

Plusieurs des bièles suspendues au levier sont formées de verges de fer séparées. La figure 22 représente, sur une échelle double, le plateau circulaire placé au milieu de la bièle principale NO

(1) Le balancier de la machine de Chaillot n'est pas suspendu par son centre de gravité, mais plusieurs machines plus modernes ne sont pas aussi bien disposées.

(2) Ce genre de contre-poids, qui a le défaut d'user les arbres inégalement, est employé malgré cela avec succès dans plusieurs bateaux.

Digitized by Google

pour maintenir l'écartement des quatre barres dont elle est composée.

M. Evans calcule l'épaisseur du métal des chaudières à vapeur par la règle ordinaire pour la détermination de l'épaisseur des tuyaux de conduite, et en partant des expériences de M. Mussenbroek, desquelles il résulte qu'une barre de fer forgé d'un millimètre carré, porte, selon la qualité du fer, de quarante-cinq kilogrammes deux tiers à cinquante-neuf kilogrammes. M. Evans, pour plus de sûreté, ne prend que quarante-cinq kilogrammes; mais comme, d'après les expériences de M. Rondelet, plusieurs sortes de fers, à la vérité peu propres à être laminés, ne supportent que vingt-quatre, trente-deux et trente-cinq kilogrammes, il ne paroît pas prudent de compter sur plus de trente kilogrammes par millimètre carré, ou de trois mille kilogrammes par centimètre carré.

La tension du métal, qui forme une zone de tuyau, n'est pas égale à la pression exercée sur la surface entière de cette zone, mais à la pression qu'éprouve une portion qui auroit le rayon seulement pour base (1); d'où il suit *qu'en multipliant le rayon d'une*

---

(1) *L'effort perpendiculaire de l'eau qui agit sur la surface d'un tuyau est à l'effort qui tend à le déchirer, comme la circonférence du même tuyau est au rayon* (Bélidor, *Architecture hydraulique*, tome II, n.° 946), et parce que le premier de ces efforts est proportionnel à la circonférence, le second est nécessairement proportionnel au rayon. Cette règle a été pour la première fois donnée par M. Parent, dans les Mémoires de l'Académie pour 1707, page 107; mais il paroît que M. Evans y étoit parvenu de lui-même, car, après l'avoir démontrée, il ajoute : « Je n'ai trouvé nulle part la solution d'un problème aussi utile..... » Je me réjouis d'avoir découvert qu'un vase circulaire peut résister à une force de vapeur » beaucoup plus grande que je ne le pensois d'abord. » Pour éviter le recours aux ouvrages cités, voici une démonstration du principe dont il s'agit :

Soit BMDN (*fig.* 24 *bis*, pl. II), le contour d'un vase cylindrique tendu par l'action d'un fluide intérieur; l'effort du fluide pour séparer une portion MBN, c'est-à-dire la résultante des pressions normales sur cette portion, est une force AR dirigée suivant une ligne CA, perpendiculaire sur le milieu de la corde MN, et égale à la pression sur cette corde.

Prenant, à compter du point de concours des deux tangentes MA et NA, et de la direction AC de la force qui agit pour enlever la partie MBN, une distance AR égale à MN

Digitized by Google

chaudière par la pression sur un centimètre carré, et divisant le produit par trois mille kilogrammes, on aura l'épaisseur du métal qui peut résister à cette pression. M. Evans exige pour ses machines à vapeur, dont la soupape de sûreté doit être chargée de $10^k,5$ par centimètre carré, des chaudières qui puissent résister à une tension dix fois plus forte, et par conséquent éprouver une pression de cent cinq kilogrammes par centimètre carré. Ainsi une chaudière de $0^m,6$ de diamètre devroit avoir $0^m,0105$ d'épaisseur. M. Evans n'auroit trouvé que $0^m,007$, parce qu'il auroit divisé par quatre mille cinq cents kilogrammes. Au reste, selon M. Duleau, une barre de fer forgé d'un centimètre carré pouvant soutenir six cents kilogrammes sans perdre la faculté de revenir à sa forme primitive, une chaudière cylindrique de sept millimètres d'épaisseur n'éprouvera aucune altération lors même que la tension d'une zone d'un centimètre de largeur seroit de quatre cent vingt kilogrammes, c'est-à-dire une fois et un tiers la tension de trois cent quinze kilogrammes, à laquelle cette zone est ordinairement exposée.

Les plaques qui forment les têtes des chaudières sont généralement en fonte de fer; pour en déterminer l'épaisseur au milieu, il faut *multiplier par 0,17784 le diamètre du cercle sur la circonférence duquel sont placés les rivets ou les boulons à vis qui retiennent les têtes.* Si, par exemple, le diamètre de ce cercle est de $0^m,7$, l'épaisseur sera égale à $0^m,1245$.

On sait, en effet, qu'un barreau de fonte de fer d'un mètre de longueur et d'un centimètre d'équarrissage, soutient au milieu un poids de 16^k, 6 (1). Si la charge étoit répartie uniformément, ce

---

et formant le parallélogramme RQAP, les côtés AP et AQ représenteront les tensions aux points M et N; mais les triangles APR et AQR sont égaux, par la construction, au triangle MNC, ainsi les tensions sont proportionnelles au rayon CM ou CN.

(1) Il s'agit ici de fonte anglaise. D'après des expériences de M. Banks, rapportées dans *la Cyclopedia* de M. Rees (article *Strength of materials*), des barreaux de fonte de fer de trois pieds de longueur et d'un pouce en carré ont porté six cent cinquante-sept, six cent

Digitized by Google

barreau porteroit $33^k,2$. Supposant donc à la plaque de tête un centimètre d'épaisseur, un élément de la longueur du diamètre et d'un centimètre de largeur, considéré isolément, résisteroit à une pression égale à $\frac{33,2}{0,7}$ ou à $47^k,3/7$; mais, comme il doit résister à une pression égale à 70×105^k, ou à 7350^k, en divisant ce nombre par 47 3/7, on aura cent cinquante-cinq pour le carré de l'épaisseur au milieu, qui sera par conséquent de $12^c,45$, comme ci-dessus. Il est aisé de voir que la règle et le calcul précédens donneront toujours le même résultat, le nombre 0,17784 étant la racine carrée de cent cinq kilogrammes divisés par trois millé trois cent vingt kilogrammes, force des barreaux de fonte chargés uniformément, rapportée à un centimètre de longueur.

On trouvera le nombre des rivets d'un centimètre de diamètre nécessaires pour retenir les têtes, en multipliant le carré quatre mille neuf cents du diamètre soixante-dix par la pression cent cinq kilogrammes, et divisant le produit cinq cent quatorze mille cinq cents kilogrammes par trois mille kilogrammes; ce qui donnera cent soixante-douze. Si l'on fait usage de boulons à vis de trois centimètres de noyau, il n'en faudra que le neuvième de ce nombre, c'est-à-dire dix-neuf; mais il conviendra d'en placer quelques-uns de plus, parce que la force d'un boulon à vis est moindre que celle d'une barre de même diamètre que son noyau, attendu que les cannelures, en répartissant inégalement la tension, disposent le métal à se rompre.

Pour employer de la tôle d'une médiocre épaisseur, et rendre par-là le travail des chaudronniers plus facile et plus sûr, on ne donne guère aux chaudières des machines à haute pression plus

---

soixante-quinze, neuf cent cinquante-huit, neuf cent soixante-trois et neuf cent quatre-vingt quatorze livres (mesures et poids anglais), ce qui répond pour un barreau d'un centimètre carré et d'un mètre de longueur de $16^k,6$ à $25^k,5$.

Dans des expériences faites au Creusot, en 1790, par M. Gazeran, la force de diverses espèces de fontes a varié de $9^k,5$ à $17^k,5$, par centimètre carré (*Annales de chimie*, tome VII).

Digitized by Google

de $0^m,60$ à $0^m,75$ de diamètre. On aime mieux en employer plusieurs que d'augmenter leurs dimensions : quatre chaudières de $5^m,5$ à $6^m,0$ de longueur suffisent pour une machine de la force de cent chevaux.

S'il arrive qu'une légère perte de vapeur se manifeste, on place dans la chaudière un morceau de plomb de peu d'épaisseur qu'on assujettit sans beaucoup de soin; mais la vapeur l'applique avec tant de force qu'elle ne peut plus s'échapper.

On garnit le piston des machines de M. Evans de la même manière que celui des autres machines, la température n'étant pas assez élevée pour que le chanvre soit altéré. On enfonce des tresses, dont le tissu est lâche, et qui ont environ quatre centimètres de largeur et deux et demi d'épaisseur, dans l'espace compris entre le piston et la paroi intérieure du cylindre : on les bat assez fortement et on les arrose de suif; ensuite on les presse au degré convenable en rapprochant, par le moyen des vis, les deux parties du piston.

Quant aux garnitures fixes, comme celles qu'on place entre le cylindre et la plaque qui le recouvre, on les fait de plomb (1). On coule exprès un anneau de ce métal, du même diamètre que deux rainures circulaires qui se correspondent dans les pièces en contact; on met une couche de peinture blanche très-épaisse avant de placer l'anneau de plomb, et en serrant fortement les vis, le plomb prend, par la compression, la forme des rainures, et arrête parfaitement la vapeur. S'il arrive qu'elle s'échappe en quelque point, il suffit, pour l'empêcher de fuir, de frapper le plomb extérieurement avec un marteau.

La figure 23 représente une coupe du piston et de la tête du cylindre sur la même échelle que la figure 24 : on y distingue

(1) C'est peut-être un métal composé, plus fusible que le plomb, afin que la garniture fonde quand la température passe un certain degré.

Digitized by Google

l'espace, entre le cylindre et le piston, dans lequel on place les tresses, et la couronne métallique, entre le cylindre et la plaque qui le recouvre.

On y voit aussi les vis qui servent à rapprocher la partie supérieure du piston pour serrer la garniture; et, plus près du centre, celles qui servent à séparer les deux parties du piston.

La garniture du piston doit être assez serrée pour intercepter le passage de la vapeur à son plus grand degré de tension; elle exerce par conséquent, sur la surface du cylindre, une pression au moins égale à dix fois la pression de l'atmosphère. Il en résulte un frottement très-grand qui reste le même pendant toute la course du piston, parce qu'on ne peut pas diminuer la pression de la garniture à mesure que la tension de la vapeur diminue. Ce frottement fait perdre une partie considérable de la force motrice, et il est peu probable qu'on puisse réduire la tension de la vapeur, dilatée dans le cylindre, à la simple tension de l'atmosphère, comme on le suppose ordinairement.

La force considérable de la vapeur dans les machines à haute pression a fait craindre qu'elles ne fussent sujettes à de fréquentes explosions. Cependant, en exécutant les chaudières avec les soins et la force que M. Evans recommande, les accidens de ce genre sont peu probables, à moins d'une négligence extrême et inexcusable, puisqu'on ne doit confier des appareils dangereux qu'à des hommes prudens. Il est difficile, en effet, de croire que la vapeur puisse passer rapidement de la force de dix atmosphères à celle de cent; il faudroit pour cela un changement de température assez grand, et si l'on continue d'ouvrir de temps en temps la soupape de sûreté pour s'assurer que rien ne l'empêche de s'élever (1), on doit être sans inquiétude sur ces sortes de ma-

(1) On a proposé de garnir les chaudières de deux soupapes de sûreté, une desquelles seroit renfermée de manière à ne pouvoir être surchargée. Celle-ci suffiroit seule pourvu qu'elle se fermât par son propre poids, et qu'on ne laissât que la faculté de l'ouvrir au mécanicien

Digitized by Google

chines qui, par leur légèreté, le peu d'emplacement qu'elles exigent, l'économie sur les frais d'établissement et sur la dépense du combustible, peuvent être utiles dans beaucoup d'occasions.

En 1818, M. Evans affirmoit, sans qu'il soit à ma connoissance qu'on lui ait répliqué, que toutes les chaudières qui avoient crevé en Amérique appartenoient à des machines ordinaires, excepté celle du bateau *la Constitution,* dans la confection de laquelle l'artiste, pour essayer ses idées particulières, s'étoit écarté des principes de M. Evans. Une fissure survenue en 1817, à la chaudière de *l'Ætna,* n'avoit fait naître aucun danger, et peut-être le machiniste seul s'en seroit-il aperçu, si la diminution de la tension de la vapeur n'eût obligé d'arrêter le bateau.

J'ai vu à Philadelphie une machine construite par M. Evans, qui élève l'eau du Schuylkill, pour les besoins de la ville, à trente mètres de hauteur. Elle fournit plus de vingt mille tonneaux (1) en vingt-quatre heures, et ne consomme que quarante-trois stères et demi de bois; elle a coûté 123,000 francs. Une machine ordinaire de la même force coûteroit en Amérique plus de 200,000 francs.

Ces machines me paroissent plus simples que celles de M. Woolf. Les unes et les autres sont à haute pression, mais celles de M. Evans

---

qui conduit la machine. Il seroit aisé d'adapter au mécanisme une détente qui soulèveroit fréquemment cette soupape de quart d'heure en quart d'heure, par exemple, ou de cinq cents tours en cinq cents tours; alors, sans aucune sujétion pour le mécanicien, on seroit sûr qu'elle ne contracteroit point d'adhérence, et que la vapeur trouveroit une libre issue aussitôt que sa force dépasseroit la limite qu'on lui auroit assignée.

Pour obtenir le même résultat, lorsque la machine ne marche pas, il suffiroit de disposer les portes des fourneaux de manière que la soupape de sûreté fût soulevée chaque fois qu'on les ouvre pour ajouter de nouveau combustible.

(1) Elle remplit en vingt heures le réservoir qui contient trois millions cinq cent cinquante-six mille quatre cent un gallons à bière, et qui est quatre-vingt-dix-huit pieds au-dessus de la rivière. Cela revient à un peu plus de vingt-cinq mille tonneaux élevés à un mètre de hauteur par heure, où à quatre-vingt-quatorze fois et demie le travail d'un cheval, en supposant avec M. Watt que ce travail est de deux cent soixante-cinq tonneaux un quart par heure.

Digitized by Google

occupent moins de place, sont plus légères et n'ont à vaincre que le frottement d'un seul piston : elles sont aussi d'une construction plus facile et moins dispendieuse. Je n'oserois cependant pas prononcer qu'elles sont préférables. Il est certain que celles de M. Woolf sont plus propres à produire un mouvement uniforme, et quoique la seconde enveloppe, après avoir réduit la vapeur à une couche très-mince, ait l'inconvénient de la mettre en contact avec une surface froide d'une plus grande étendue que si cette enveloppe étoit supprimée, et que de plus la vapeur qui entoure le grand cylindre ne puisse, sans se condenser en partie, maintenir à une température élevée celle qui se dilate dans l'intérieur de ce cylindre, il suffit, pour que l'avantage reste à cette dernière machine, que la perte de force résultant de la condensation de la vapeur soit moindre que l'augmentation de force due à la conservation de la température dans le grand cylindre.

La propriété que M. Woolf annonce avoir reconnue à la vapeur formée sous une pression égale à celle de l'atmosphère, augmentée de deux, trois, quatre, &c. quinzièmes, d'être susceptible, quand on réduit la pression à celle de l'atmosphère, d'occuper un espace double, triple, quadruple, &c. de son volume primitif, est tellement en opposition avec les faits qu'on regarde comme les mieux constatés jusqu'ici, qu'il est indispensable qu'elle soit confirmée par de nouvelles expériences avant d'en faire la base d'aucune théorie, ou le principe d'aucune machine. Il est même reconnu dès aujourd'hui que dans les machines de M. Woolf, la température et la pression sont grandement supérieures à ce qu'elles devroient être d'après son principe.

Digitized by Google

§. III.

Description de la machine à vapeur à rotation immédiate du bateau LA SURPRISE, *de Baltimore.*

Dans les machines que je viens de décrire, la vapeur donne au piston un mouvement de translation qu'il faut anéantir et diriger dans un sens opposé, chaque fois que le piston parvient à l'une des extrémités du cylindre. Si la résistance qu'on se propose de vaincre anéantissoit elle-même ce mouvement, le but seroit atteint, car toute la force produite auroit été employée utilement; mais comme les parties fixes du mécanisme y contribuent beaucoup, dans le plus grand nombre des applications de la machine à vapeur, une portion de la force motrice est perdue pour l'effet principal, et employée à détruire la machine.

Lorsqu'on a besoin de faire tourner des roues à aubes, des meules, &c., il faut transformer le mouvement alternatif du piston en mouvement de rotation continu; et de quelque moyen qu'on fasse usage, ce n'est jamais qu'aux dépens de la force motrice qu'on peut compliquer une machine.

M. Watt a long-temps employé l'engrenage ingénieux qu'il a nommé *le soleil et la planète* et qui est appelé *la mouche* dans plusieurs ouvrages français; mais il paroît qu'il est revenu à l'usage d'un arbre coudé que le brevet d'invention d'un de ses compétiteurs le forçoit à éviter, et qui est maintenant généralement adopté. C'est en effet une disposition très-sage que d'attacher entre elles les pièces d'un système destiné à transmettre des efforts égaux à ceux de cent et de cent vingt chevaux, où la moindre variation dans les distances des pièces peut occasionner des chocs et des secousses qui usent et brisent promptement les machines. Les arbres coudés ne laissent pas cependant d'avoir plusieurs

Digitized by Google

inconvéniens, entre autres celui de rendre le mouvement irrégulier; et quoique l'on corrige en grande partie ce défaut par un volant d'un poids convenable, on ne s'est pas moins occupé de composer des machines qui puissent produire immédiatement un mouvement de rotation.

Il y a en Amérique, dans divers établissemens, des machines de ce genre qui paroissent réussir assez bien. Je vais exposer ce que j'ai appris de celles qui ont été exécutées par M. Stiles, de Baltimore, qui en a placé une de la force de soixante chevaux sur le bateau *la Surprise*.

Les figures 25, 26, 27, 28 et 29 (pl. VII) donnent une idée de cette machine. Les deux premières sont une élévation et un plan horizontal de la machine vue extérieurement. Les trois autres représentent l'intérieur sur une échelle double. Le cylindre GH dans lequel agit la vapeur est horizontal, son axe S (*fig. 25 à 28*) est le même que celui des roues à aubes. Ce cylindre est immobile; il est traversé par l'arbre SS des roues à aubes, et contient un second cylindre fixé sur cet arbre et garni de deux ailes courbes à charnières I et J, susceptibles, quand elles sont développées, de fermer entièrement le canal annulaire GH compris entre les deux cylindres; et quand elles sont repliées, de se loger dans des entailles faites exprès dans le cylindre intérieur, et d'en compléter exactement la surface. Une des ailes est dessinée à part dans la figure 29.

Un tuyau DD (*fig. 25, 26* et *28*) qui part de la chaudière amène la vapeur dans le canal annulaire GH; un autre D′D′ la conduit de ce canal au réfrigérant C′ (*fig. 25* et *26*).

Un massif LL (*fig. 28*), placé entre les orifices de ces deux conduits, bouche totalement le haut du canal annulaire, et oblige la vapeur à passer par la partie inférieure. Ce massif est fixé au cylindre extérieur et n'empêche point le cylindre intérieur de tourner.

Digitized by Google

Lorsqu'une des ailes est développée et que la communication est établie entre la chaudière et le canal, la vapeur agissant sur la surface concave de l'aile I fait tourner le cylindre intérieur, qui entraîne avec lui les roues à aubes, et l'air et la vapeur qui se trouvent au-delà des ailes s'échappent par le tuyau D′ du réfrigérant.

Une des ailes est toujours développée quand l'autre parvient à l'orifice D′ de ce tuyau. Alors la vapeur comprise entre les deux ailes se dégage; l'aile qui vient de se développer mène à son tour; l'autre rencontre bientôt deux pièces en forme de coin *u′*, *u′* placées auprès du massif LL, lesquelles la forcent à se replier pour occuper l'entaille du cylindre intérieur et passer aisément sous le massif.

On a fixé à chacune des ailes I, J, perpendiculairement à la charnière, deux secteurs *t′* qui pénètrent dans le vide du cylindre intérieur en traversant des mortaises garnies d'étoupe, qu'ils remplissent toujours parfaitement. Aussitôt que les ailes sont dégagées du massif, les secteurs *t* ou *t′* rencontrent des obstacles *uu* fixés aux plaques des bouts du cylindre extérieur. Ces obstacles résistant aux secteurs obligent les ailes à s'ouvrir. On peut changer la position de ces obstacles par le moyen de vis extérieures.

La vapeur ne s'oppose point aux mouvemens par lesquels les ailes s'ouvrent ou se replient, parce que la tension est la même des deux côtés des ailes lorsque ces mouvemens s'opèrent. Dans la machine du bateau *la Surprise*, on avoit d'abord placé l'ouverture pour l'issue de la vapeur entre les deux pièces *u′*, *u′* qui forcent les ailes à se fermer; mais, par cette disposition, la vapeur s'opposoit au mouvement que ces deux pièces tendoient à déterminer : aujourd'hui les ailes atteignent cette ouverture. Avant de commencer à se replier, le vide (1) se fait des deux côtés, et il n'y a plus que les frottemens à vaincre.

(1) Je parle comme s'il y avoit un condenseur, quoiqu'il n'y en ait pas ordinairement.

Digitized by Google

Ces frottemens éprouvent une réduction sensible si l'on a le soin de donner au canal annulaire un peu moins de largeur auprès du cylindre extérieur qu'auprès du cylindre intérieur, afin que les ailes soient légèrement trapézoïdales, et qu'à mesure qu'elles se replient leurs garnitures soient moins comprimées (1).

Les angles extérieurs des ailes sont un peu arrondis, et les plaques des bouts du cylindre conservent un petit filet ou *congé* qui détermine la position du cylindre et soutient les garnitures placées entre les brides.

Les ailes (*fig. 27, 28 et 29*) sont en cuivre. On a formé à chaque bout du métal un canal triangulaire (*fig. 29*) pour recevoir la garniture. Un semblable canal, creusé dans les bouts du cylindre intérieur, est destiné au même usage; et quand on serre les plaques de fond par le moyen des vis des brides, toutes les garnitures se trouvent pressées en même temps.

Il y a aussi des garnitures dans les mortaises où passent les secteurs, et sous les viroles qui renforcent le passage de l'arbre. J'ai aperçu dans les échancrures où se logent les ailes, des pièces saillantes, qui sont probablement des vis pour serrer les garnitures des secteurs, ou des ressorts destinés à commencer le développement des ailes et à les faire presser contre le massif lorsqu'elles passent dessous.

Les garnitures du massif sont placées entre des lames métalliques, et sont serrées, à mesure que cela est nécessaire, par des vis dont les têtes sont en dehors de la machine. Avant de présenter les fonds du cylindre, on met une plaque de plomb sur les bouts du massif.

Les garnitures ne se renouvellent que tous les mois, et même celles de la machine qui est dans la fonderie de M. Stiles ne se changent que trois fois l'année.

---

(1) On pourroit encore augmenter un peu le canal dans l'emplacement où les mouvemens particuliers des ailes ont lieu : mais l'autre moyen est préférable.

Digitized by Google

La vapeur est employée à un assez haut degré de tension dans ces machines pour qu'elles puissent être considérées comme à haute pression et agir sans condenseur. Alors le tuyau pour l'issue de la vapeur traverse un réfrigérant C′ (*fig. 25 et 26*) dont l'eau, quand elle est échauffée, est employée à remplacer, dans la chaudière, celle qui se réduit en vapeur.

Une petite pompe horizontale *i* à piston plein, dont la tige *jk* tient à un excentrique M placé sur l'arbre principal S, prend, par un corps d'aspiration *f′*, l'eau de la mer, ou du puits, et l'introduit dans le réfrigérant C′ par le tuyau supérieur *f*. A l'autre bout de la pompe, elle retire, par un corps d'aspiration horizontal *l′*, l'eau échauffée et la refoule dans la chaudière par un conduit courbe *l*. Un autre tuyau *g′* et des robinets, tels que *g*, convenablement placés, permettent de suspendre l'introduction de l'eau dans la chaudière, et de la faire circuler dans le réfrigérant pour qu'elle s'échauffe autant que possible.

Selon M. Stiles, pour que la machine de *la Surprise* fût de la force de soixante chevaux, la tension de la vapeur devroit être quintuple de celle de l'atmosphère; mais, à cause des imperfections de la chaudière, la tension n'a jamais été portée plus haut que le triple ou le quadruple de la force de l'atmosphère, quoique les personnes qui ont des intérêts opposés aux siens prétendent qu'à cause des pertes de vapeur et des frottemens excessifs des garnitures, il est obligé de rendre la tension décuple de celle de l'atmosphère. La surface de la coupe du canal annulaire de cette machine n'est effectivement qu'environ le dixième de celle du cylindre des machines ordinaires de la force de soixante chevaux, mais si la vîtesse est double, il paroîtroit qu'on pourroit obtenir le même résultat en ne portant la tension de la vapeur qu'à cinq fois celle de l'atmosphère.

Il faut remarquer qu'en laissant s'échapper la vapeur au même degré de tension qu'elle est entrée, on n'en tire pas autant de

Digitized by Google

parti que dans les machines de M. Evans, mais on obtient un mouvement plus régulier sans employer de volant. Si cette pièce, qui est indispensable dans les autres machines, étoit ajoutée à celles de M. Stiles, on pourroit suspendre l'introduction de la vapeur comme dans celles de M. Evans, en augmentant convenablement les dimensions du canal annulaire.

Le diamètre intérieur du grand cylindre de la machine du bateau *la Surprise* est de $1^{m},50$.

L'intervalle entre les cylindres est de $0^{m},152$; celui entre les plaques est de $0^{m},483$. Le poids de cette machine est évalué à quatre ou cinq tonneaux.

Les chaudières sont placées sous l'appareil : il y en a trois dans chacune desquelles on fait le feu. Elles communiquent entre elles, et les cheminées, qui les traversent d'un bout à l'autre, se réunissent en une seule au-dessus du pont. Les trois chaudières contiennent ensemble sept tonneaux d'eau, et pèsent étant vides environ huit tonneaux.

Les roues ont $4^{m},9$ de diamètre; elles portent douze aubes de $1^{m},80$ de longueur sur environ $0^{m},60$ de hauteur. Elles font ordinairement dix-huit tours par minute. On emploie quelquefois un levier pour commencer à les mettre en mouvement.

Le bateau a environ vingt-huit mètres de longueur, $4^{m},88$ de largeur et $1^{m},32$ de tirant d'eau.

M. Stiles pense qu'un bateau de $33^{m},5$ de longueur et de $6^{m},7$ de largeur seroit préférable.

On consomme vingt-deux stères de bois en seize heures, et quoique le bateau soit peu propre à la marche, on assure qu'il fait pendant ce temps des courses de plus de cent vingt milles nautiques, et qu'il gagnoit de vîtesse tous les bateaux qui existoient en 1817 à Baltimore.

On a fait à la machine de *la Surprise*, pendant l'hiver que j'ai passé aux États-Unis, des changemens et des réparations consi-

Digitized by Google

dérables ; on commençoit à l'essayer lorsque je partis en 1820 : le bateau passa très-lentement devant Annapolis et finit par s'arrêter. Tout sembloit indiquer qu'il étoit arrivé quelque dérangement, mais qu'on espéroit y remédier sans retourner à Baltimore.

M. Stiles porte le prix de ses machines de la force de soixante chevaux, avec des chaudières en fer, à 66,000 francs; celui des machines de la force de trente chevaux, à 44,000 francs. Elles exigent encore moins de place que celles de M. Evans, par la simplicité du mécanisme; elles conviennent beaucoup aux bateaux à vapeur, mais comme le succès dépend des détails d'exécution, il seroit plus convenable de s'en procurer une si elles continuent à réussir, et de profiter de l'expérience acquise, que de s'exposer à des dépenses considérables en se livrant à des essais.

§. IV.

Des diverses manières de disposer les machines à vapeur dans les bateaux.

J'ai décrit dans les trois paragraphes précédens les principaux genres de machines à vapeur employées dans les bateaux d'Amérique. Dans celui-ci j'indiquerai les dispositions les plus remarquables qui ont été adoptées. Je dois les dessins de la huitième planche à M. Allaire, un des plus habiles mécaniciens de New-York.

1. La figure 38 (pl. VIII) représente la machine du *Fire Fly*, petit bateau dont j'ai donné les dimensions dans l'article premier; elle ne diffère guère de celle du *Chancellor Livingston* que par la pompe à air, qui est à double effet, et par la position du balancier, qui fait contre-poids au piston : on y reconnoît les mêmes parties principales.

Digitized by Google

C, la chaudière sur laquelle on voit la soupape de sûreté B.

DD, le conduit qui va de la chaudière au cylindre.

EE, le tuyau communiquant entre les deux boîtes à soupapes *ee* et *e'e'*.

F et F', les tuyaux qui vont au-dessus et au-dessous du piston.

GH, le grand cylindre placé sur le condenseur C'.

JK, la tige du piston.

L, la boîte à garniture au travers de laquelle passe cette tige.

PP, la pièce sur laquelle sont établis le condenseur C' et la pompe à air G'H', et dans laquelle est le tuyau qui joint le fond de l'un au fond de l'autre.

T, la roue dentée qui est fixée au bout intérieur d'une des moitiés de l'arbre des roues à aubes, et qui engrène avec une roue plus petite T', placée sur l'arbre S' du volant R'.

*o*O', le balancier qui sert de contre-poids au piston.

Ce balancier, mis en mouvement par la bièle *no*, soulève par le moyen de la bièle O'K' la tige K'J' qui entre dans la pompe à air G'H' en traversant la boîte à garniture L'. La bièle O'K' est liée à un point fixe par une verge qui est attachée au point N', afin que la tige du piston reste sensiblement verticale.

La pompe à air reçoit la vapeur au-dessus du piston par le tuyau P'P' qui recouvre le reniflard B'.

i', est la caisse où dégorgent l'eau et la vapeur retirées du condenseur; elle communique avec la mer et avec la pompe alimentaire qui remplace l'eau dans la chaudière.

2. La machine représentée figure 39 a été exécutée pour un bateau qui navigue sur le Mississipi; elle diffère des précédentes en ce que le mouvement de la tige du piston est transmis à l'arbre coudé des roues à aubes par un balancier, comme dans la plupart des machines établies à terre.

Cette disposition a l'inconvénient d'élever le centre de gravité de la machine, et d'appliquer à des points du bateau éloignés les

Digitized by Google

uns des autres des forces considérables qui tendent à le rompre; et quoique les pièces V′V′ de la charpente soient dirigées de manière à résister en partie à l'action nuisible de ces forces, il paroît préférable de placer l'axe de la machine et celui des roues à aubes dans un même plan, comme dans la figure 38, et d'attacher les bièles qui font tourner les roues au fléau porté par la tige du piston.

B, soupape de sûreté placée sur la chaudière C.

DD, tuyau qui conduit la vapeur de la chaudière à la boîte à soupape *ee′*. Cette boîte est un demi-cylindre dans lequel se meut un piston, ou tiroir mobile, qui met alternativement en communication avec la vapeur et avec le condenseur C′ les tuyaux F et F′ qui aboutissent au haut et au bas du cylindre principal GH.

JK, tige du piston qui traverse la boîte à garniture L. Pour que cette tige ne soit pas dérangée de sa direction, elle agit sur le milieu d'une pièce N′*n′*, dont l'une des extrémités N′ est attachée au balancier, et l'autre *n′* à une verge ou contre-balancier tenu à un point fixe.

NN′, balancier suspendu par son centre. Le bras opposé à la tige du piston porte trois bièles. Celle de l'extrémité, NO, agit sur le coude SO de l'arbre S des roues à aubes; celle du milieu, K′J′, fait mouvoir la pompe à air G′H′, et la troisième *k′j′*, la pompe alimentaire *i*.

La vapeur passe de la boîte à soupape dans le condenseur C′ par le tuyau D′D′. L'eau se rend du condenseur à la pompe à air par un canal ménagé dans la pièce de fer PP qui sert de base à l'appareil; de la pompe à air dans la caisse *i′* placée au-dessus; de cette caisse *i′* elle s'écoule à la mer, ou bien elle arrive par le tuyau *l′l′* à la pompe alimentaire *i* qui l'introduit dans la chaudière par le tuyau *ll*.

On voit sur le tuyau *l′l′* un robinet pour suspendre l'introduction de l'eau dans la chaudière, et à côté de la pompe alimen-

Digitized by Google

taire une petite pompe à main qui sert à faire entrer de l'eau froide lorsque cela est nécessaire.

Le tiroir qui tient lieu de soupapes reçoit de l'arbre S des roues à aubes le mouvement convenable par le moyen de plusieurs pièces intermédiaires.

1.° D'un cercle M placé sur l'arbre principal, et dont le centre est du côté opposé au coude;

2.° D'une bièle *jkk* qui embrasse le cercle excentrique M;

3.° D'un arbre de renvoi M′ sur un des bras M′*j* duquel est accrochée la bièle;

4.° D'une paire de bièles *ad* attachée à deux autres bras M′*d* de l'arbre de renvoi M′;

5.° D'une tige qui traverse le dessus de la boîte, et porte un fléau *a* sur lequel agissent les deux bièles.

Un poids *p* suspendu à un bras M′*q* de l'arbre de renvoi contrebalance le poids du tiroir.

On suppose dans la figure que le piston monte et qu'il est au milieu de sa course : le tiroir est disposé de manière que l'orifice du tuyau F′, par lequel la vapeur peut passer sous le piston, est ouvert ainsi que l'orifice du tuyau F, par lequel elle peut se rendre de la partie supérieure du cylindre au condenseur. Le piston continuant à monter, le coude OS de l'arbre S des roues à aubes s'abaissera; l'excentrique M, par le moyen de la bièle qui l'embrasse, portera lentement vers la droite le bras de l'arbre de renvoi M′, auquel cette bièle est accrochée, le tiroir descendra, les orifices ouverts se fermeront peu-à-peu; ils diminueront d'autant plus rapidement que le piston sera plus élevé, et quand il sera parvenu au haut de sa course, toutes les communications de la boîte et du cylindre seront interceptées.

L'inertie du mécanisme empêchera le mouvement de cesser; le tiroir continuera de descendre; les orifices des tuyaux qui vont de la boîte au cylindre s'ouvriront rapidement, et de manière

Digitized by Google

que la vapeur de la chaudière puisse arriver sur le piston, et que celle qui est dans la partie inférieure du cylindre puisse s'écouler dans le condenseur.

Ces orifices seront entièrement découverts quand le tiroir sera tout-à-fait descendu, c'est-à-dire, quand l'excentrique sera à la droite de l'arbre des roues à aubes et le piston au milieu du cylindre. Alors le tiroir remontera lentement, les orifices se fermeront peu-à-peu, ensuite le mouvement du tiroir s'accélérera, et le piston arrivant au fond du cylindre, les orifices seront de nouveau complétement recouverts. Le mouvement continuant par la force d'inertie, le tiroir mettra l'orifice inférieur en communication avec la vapeur et l'orifice supérieur avec le condenseur, le piston remontera et parviendra bientôt à la position où il étoit d'abord.

Cette explication, pour être parfaitement claire, exigeroit une vue de l'intérieur de la boîte demi-cylindrique, avec le tracé du tiroir ou piston qu'elle contient, mais comme on peut imaginer plusieurs formes de tiroirs et que j'ignore celle qui est adoptée dans la machine que je décris, je ne puis exposer que d'une manière générale l'effet de l'excentrique ; on trouvera bientôt dans la description de la machine représentée *fig. 31* (pl. VII), un exemple de tiroir qui lèvera les difficultés de l'explication précédente.

3. La figure 40 (pl. VIII), n'offre rien de remarquable, c'est une machine dont le cylindre n'a que trente-huit centimètres de diamètre et que je ne rapporte que parce qu'il est bon d'avoir une idée des proportions des machines de toutes dimensions (1). Les

(1) Par le même motif, je donnerai ici les dimensions principales d'une machine dont le cylindre a de diamètre intérieur..... 0,74. mètres.
Hauteur totale du cylindre..... 1,54.
Diamètre du condenseur..... 0,70.
Hauteur du condenseur..... 0,57.
Diamètre de la pompe à air..... 0,39.

Digitized by Google

mêmes lettres désignent les mêmes choses que dans les figures expliquées précédemment. Le régulateur est semblable à celui qui est représenté dans la figure 20 (pl. V).

4. La machine représentée *fig. 31* (pl. VII) a, comme les deux que je viens de décrire, un balancier NN′ pour transmettre le mouvement du piston I à l'arbre S des roues à aubes. Le condenseur C′ et la pompe à air G′H′ sont également établis sur une même base en fer PP; mais le grand cylindre GH n'est pas placé sur le condenseur. Cette disposition fatigue encore plus le bateau que les précédentes, et conviendroit conséquemment peu à de fortes machines.

La pompe à air G′H′ est à double effet : par le tuyau inférieur PP elle retire l'eau chaude du condenseur, et par le tuyau supérieur P′P′ elle en extrait l'air ou la vapeur. L'eau chaude entre dans une caisse *i′*, d'où elle passe à la mer par un tuyau qu'on voit à droite. La pompe alimentaire qui prend une partie de l'eau chaude pour l'introduire dans la chaudière n'est pas tracée dans la figure.

Il y a deux chaudières CC placées de chaque côté de la machine.

Un tiroir, renfermé dans une boîte verticale *ee′*, tient lieu de soupape. La tige *ab* de ce tiroir passe par un trou du dessus de la boîte *ee′*; elle porte une traverse *a*, à chaque bout de laquelle est suspendue une bièle *ad* attachée à un bras horizontal M′*d* d'un arbre de renvoi M′. Un bras vertical M′*j* de cet arbre est

---

		mètres.
Hauteur de la pompe à air		0,98.
Diamètre des boîtes à soupapes		0,18.
Diamètre des tuyaux à vapeur		0,13.
Orifices d'entrée de la vapeur dans le cylindre.	Largeur	0,22.
	Hauteur	0,06.
Orifices d'entrée de l'eau dans la pompe à air.	Largeur	0,25.
	Hauteur	0,08.

Le diamètre de la pompe à air est à-peu-près la moitié de celui du grand cylindre.
La coupe des boîtes à soupapes est double en surface de celle des tuyaux à vapeur.

Digitized by Google

lié, par une verge horizontale *ju*, au bras inférieur *mu* d'un balancier de renvoi *nt*, dont la longueur dépend de l'élévation de l'arbre S des roues à aubes, afin que l'extrémité du bras supérieur *mt*, auquel est attachée une bièle *tkk* qui embrasse l'excentrique M fixé sur l'arbre S, se trouve à la même hauteur que cet arbre. L'excentrique M est porté du côté opposé au coude SO de l'arbre.

La figure représente le piston au haut du cylindre principal. Les orifices A et Z, par lesquels la vapeur se rend dans le cylindre, sont recouverts par les bords du tiroir; le coude SO est au-dessous de l'arbre S des roues à aubes, et l'excentrique M est au-dessus.

Si l'on fait marcher ce coude SO vers la droite, l'excentrique M marchera vers la gauche, le tiroir descendra, l'orifice supérieur A se découvrira, et la vapeur qui arrive de la chaudière C dans la boîte *ee'* par le tuyau DD, passera sur le piston I. L'orifice inférieur Z se trouvera sous le tiroir, et la vapeur qui est sous le piston pourra sortir par le tuyau D'D' qui va au condenseur.

Le tiroir descendra jusqu'à ce que l'excentrique M soit horizontal; alors il commencera de remonter: l'excentrique étant parvenu au-dessous de l'arbre, le coude sera au-dessus, le piston sera au bas du cylindre, et les orifices A et Z seront de nouveau bouchés.

Le tiroir, continuant à remonter, l'orifice inférieur Z sera bientôt découvert, la vapeur se rendra sous le piston; l'orifice supérieur A étant alors sous le tiroir, la vapeur contenue dans la partie supérieure du cylindre s'écoulera dans le condenseur par le tuyau D'D'.

Le piston I montera; quand il sera rendu vers le milieu du cylindre, l'excentrique M sera sur la droite de l'arbre S; le tiroir commencera à descendre, et, lorsque ses bords seront revenus recouvrir les orifices A et Z, le piston sera au haut du cylindre, et tout le mécanisme dans le même état que je l'avois d'abord supposé. Mais alors l'inertie des roues empêchant la machine

Digitized by Google

de s'arrêter, l'orifice supérieur A se découvrira et le mouvement continuera sans interruption.

5. On voit dans la figure 32 (pl. VII), qui est une élévation, et dans la figure 33, qui est une projection horizontale, la disposition de la machine du navire à trois mâts *le Savannah*, qui a traversé l'Océan en 1819.

Le cylindre principal GH est incliné de manière que la tige JK du piston soit dirigée vers l'arbre SS des roues à aubes R.

Le cylindre G'H' de la pompe à air est de la même hauteur que le cylindre principal GH; il est placé à côté et est également incliné. Les extrémités K, K' des tiges JK et J'K' des pistons sont réunies par une traverse NK', dont les bouts glissent dans deux coulisses UU, UU parallèles aux axes des cylindres, et représentées figure 33.

A cette traverse est attachée une bièle NO qui agit sur le coude SO (*fig. 32*) de l'arbre des roues à aubes : le point d'attache N n'est point entre les deux tiges JK, J'K' des pistons, mais en-dehors de celle du piston du grand cylindre, à environ un tiers de leur distance, afin que la résistance de la pompe à air, qui équivaut à-peu-près au quart de la force de la machine, ou au tiers de la force qui peut être transmise à la bièle NO, balance la résistance des roues à aubes, et qu'aucun effort ne tende à déranger la direction de la traverse NK'.

Un tiroir, qui se meut dans une boîte *ee'* placée au-dessus du grand cylindre, tient lieu de soupapes. La vapeur vient de la chaudière à la boîte *ee'* par un tuyau DD, et, après avoir agi dans le cylindre, elle se rend de la boîte *ee'* au condenseur qui est sur le côté de la machine, par un tuyau D'D'. Le condenseur, la pompe alimentaire, et les autres parties secondaires de la machine, ne sont pas représentées dans les figures.

Cette disposition a l'avantage de renfermer toutes les parties du mécanisme sous le pont et de fatiguer peu le bateau, parce

Digitized by Google

qu'en liant solidement les cylindres GH et G'H' aux collets de l'arbre SS, l'action de la vapeur sur la charpente du bateau est à-peu-près détruite par la charpente spéciale de la machine; mais elle a le défaut d'exposer les garnitures du piston, et bientôt même le piston et le cylindre à s'user inégalement, et conséquemment de diminuer la durée de la machine et de rendre son jeu incertain. Cependant elle est adoptée dans plusieurs bateaux.

Les roues à aubes (*fig. 32* et *34*) sont disposées de manière à être enlevées aisément, et à occuper peu d'espace sur le pont; il n'y a en conséquence ni tambour ni lisse à l'extérieur qui puissent empêcher de les retirer, et l'arbre est très-court. Deux rayons seulement sont fixés au moyeu; les autres sont tenus par des boulons et compris entre des anneaux saillans qui font partie du moyeu. Des chaînes maintiennent les rayons à la distance qu'ils doivent avoir; il suffit de séparer les parties de deux d'entre elles qui sont réunies au milieu en R (*fig. 32*) par une vis, pour que les rayons non fixés, tournant autour des boulons, puissent être repliés sur les rayons fixes comme on le voit dans la partie supérieure de la figure.

6. Dans la figure 35, le grand cylindre GH est placé au-dessus du condenseur C'; la tige du piston porte un fléau NN dont les extrémités sont guidées par des conducteurs UU, UU, et soutiennent deux bièles pendantes NO, NO qui font tourner l'arbre SS des roues à aubes, comme dans la première machine que j'ai décrite; mais les roues T, T, fixées aux bouts intérieurs des parties de l'arbre des roues à aubes, ne sont point dentées, et l'arbre S'S' du volant T', destiné à lier le mécanisme de droite à celui de gauche, complète, pour ainsi dire, l'arbre des roues à aubes; il passe entre le grand cylindre et le condenseur, et il y a, en quelque sorte, quatre volans réunis deux à deux par les boulons O, O, sur lesquels agissent les bièles pendantes NO. Il est clair qu'il faut un volant beaucoup plus pesant que lorsque, par le moyen d'un

Digitized by Google

engrenage, on le fait tourner deux ou trois fois plus vîte que les roues à aubes; mais l'avantage de cette nouvelle disposition est qu'il n'y a point de secousse, et comme la machine et le volant agissent alternativement l'un sur l'autre, l'emploi d'un engrenage occasionne toujours un peu de jeu, parce que les dents des roues viennent en contact, tantôt par une face, tantôt par l'autre.

7. La disposition adoptée d'abord par M. Fulton est indiquée dans la figure 36. De chaque côté du grand cylindre, une bièle N*o*, suspendue à la traverse K portée par la tige JK du piston, agit sur un des bras horizontaux d'un levier à trois bras *ono'*. L'extrémité *n* du bras vertical est unie par une bièle *n*O au bouton O placé près de la circonférence d'une roue T fixée au bout intérieur d'une des moitiés de l'arbre S des roues à aubes R; cette roue T et la roue qui lui correspond de l'autre côté font tourner le volant R' par le moyen de deux autres roues T' montées sur son arbre S'.

Deux petites bièles *o'*N', une de chaque côté, tenues par des boutons *o'* aux deux autres bras horizontaux des leviers *ono'*, et suspendues à la traverse K' portée par la tige J'K' du piston de la pompe à air G'H', font mouvoir cette pompe. Les bras *o'* sont très-gros, afin de servir de contre-poids au piston du grand cylindre.

Les balanciers et les contre-poids sont en général plus nuisibles qu'utiles, quand on doit changer fréquemment la direction de leur mouvement; mais le principal inconvénient de cette première disposition de M. Fulton, est que la réaction de la machine sur le bateau est très-sensible; il faudroit une charpente compliquée pour résister à des efforts considérables dirigés dans des sens aussi différens.

8. J'ai vu essayer, en 1820, auprès de Baltimore, la machine représentée figure 37.

Un tuyau DD partant de la chaudière amène la vapeur à un robinet qui la laisse entrer alternativement dans deux portions G

Digitized by Google

et H d'un canal annulaire GH. Il y a un piston dans chaque portions du canal, le robinet est disposé de manière que quand la vapeur peut entrer dans une des portions du canal, elle peut sortir de l'autre par un tuyau D'D' qui conduit au condenseur C'. Ainsi, quand un des pistons s'éloigne du robinet, l'autre s'en approche.

Les deux pistons sont réunis par une ancre JKNJ qui prend un mouvement alternatif de rotation autour du centre commun des deux portions du canal. Ce mouvement alternatif est converti en mouvement continu, par le moyen d'une bièle NO attachée en N à l'ancre, et en O à un bouton fixé à une distance convenable du centre d'une roue T placée au bout intérieur d'une des moitiés de l'arbre des roues à aubes.

Si cette machine étoit exécutée avec beaucoup de soin, on pourroit en tirer parti; mais indépendamment des difficultés d'exécution qui sont très-grandes, il est évident que c'est revenir à substituer des machines à simple effet aux machines à double effet, et qu'on ne peut en obtenir les mêmes avantages.

Je ne m'arrêterai pas plus long-temps sur cette machine qu'on a probablement déjà abandonnée, et je ferai connoître dans la neuvième note quelques autres moyens qui ont été proposés ou essayés sans succès.

§. V.

Des chaudières.

D'après le principe que j'ai rapporté à l'occasion des machines de M. Evans, la tension d'une zone des parois d'une chaudière cylindrique à base circulaire est mesurée par la pression qu'éprouve une portion de cette zone égale en longueur au rayon; et, en général, dans une chaudière de forme quelconque, quand on considère une petite bande séparément, c'est-à-dire, quand on

Digitized by Google

néglige l'action qu'exerce sur elle le reste de la chaudière, la tension est proportionnelle au rayon de courbure de cette bande; mais il n'en est pas ainsi lorsqu'on a égard à la forme et au plus ou moins de rigidité ou d'extensibilité des autres parties de la chaudière; si, par exemple, les bouts d'une chaudière cylindrique étoient fixes, la tension dans le sens de la longueur seroit infinie, parce que la paroi étant en ligne droite, le rayon de courbure est infini; mais, dans l'état ordinaire des choses, la tension n'est que la moitié de celle qui a lieu dans l'autre sens.

L'effet naturel de la pression, répartie sur toute la longueur d'une bande parallèle à l'axe, est analogue à celui de la pesanteur sur une corde tendue horizontalement : il faudroit, pour qu'elle se maintînt en ligne droite, que la tension fût infinie; elle s'alonge et prend la courbure d'une chaînette, et, si elle est inextensible, elle se rompt ou rapproche les points d'attache; chaque bande de la chaudière fléchiroit comme la corde, les bouts se rapprocheroient, la chaudière deviendroit renflée au milieu comme le sont les tonneaux, si les forces, dont l'action produiroit le renflement, n'étoient détruites par la résistance du métal transversalement; mais, par l'effet de cette résistance, elle se trouve dans le cas d'une corde qui seroit soutenue en tous ses points, et dont la tension se réduiroit à celle qu'elle auroit, si la pesanteur cessoit d'agir.

La chaudière conservant la forme d'un cylindre, la tension longitudinale ne sauroit alors excéder la force qui agit pour écarter les fonds, c'est-à-dire, la pression sur un des fonds, et, par conséquent, le produit de la circonférence par la moitié du rayon; et comme cette pression est distribuée sur toute la circonférence, pour chaque bande longitudinale, elle sera proportionnelle à la moitié du rayon, tandis que, dans le sens des zones ou bandes circulaires, elle est proportionnelle au rayon entier.

On conçoit, d'après cela, pourquoi les chaudières se déchirent ordinairement suivant la longueur.

Digitized by Google

Quand la chaudière n'est pas cylindrique, ou, plus généralement, quand elle n'a pas la forme d'une surface de révolution, la vapeur tend toujours à l'amener à cette forme. La résistance du métal à l'extension n'est plus la seule cause qui empêche le changement de figure; la résistance à la flexion s'y oppose souvent davantage; et quand ces deux causes ne suffisent pas, on place des tirans ou des renforts dans les parties les plus exposées à se déformer.

Les recherches relatives à la position des tirans, à l'épaisseur du métal, à la capacité et à la meilleure forme des chaudières, appartiendraient à un traité spécial des machines à vapeur; ce mémoire ne doit faire connoître que les chaudières les plus remarquables adoptées aux États-Unis. Je rappellerai seulement qu'après les chaudières sphériques, qui n'éprouveroient aucun changement de forme, mais dans lesquelles il seroit difficile d'exposer une grande surface à l'action du feu, les chaudières composées de surfaces de révolution, dont le cylindre est un cas particulier, seroient celles qui résisteroient le mieux à la vapeur, et que les chaudières prismatiques à tuyaux quadrangulaires, dans lesquelles il est facile d'exposer une grande surface à l'action du feu, ne peuvent soutenir, sans se déformer, une pression médiocre, lors même que le nombre des tirans est très-multiplié. Le moindre effort sur les parties planes suffit pour les faire fléchir.

Depuis plusieurs années, presque toutes les chaudières des bateaux destinés à naviguer dans des eaux salées ont été exécutées en cuivre. Il paroît prouvé que l'inconvénient d'une plus grande dépense et d'un plus grand poids est compensé par une plus grande durée et une plus grande sécurité. Le cuivre est, en général, plus ductile que le fer et moins susceptible de gerçures : le dépôt des eaux adhère peu au cuivre, tandis que, par son union à la rouille, il occasionne, en quelques années, la destruction des chaudières en fer.

Digitized by Google

Dans les bateaux qui font de longs trajets, on est obligé de renouveler partiellement l'eau plusieurs fois par jour pour empêcher le sédiment de se précipiter; mais dans ceux qui ne font des voyages que de vingt-quatre heures, on nettoie la chaudière tous les jours : le sédiment se détache par le refroidissement, ou on le brise avec des marteaux; il tombe dans la partie inférieure de la chaudière, et est entraîné avec l'eau ou retiré par le moyen de longs crochets.

J'ai vu sortir de la chaudière du *Connecticut* des morceaux qui, étant restés plusieurs jours sans se détacher, avoient près d'un centimètre d'épaisseur : ceux qu'on m'a montrés comme formés depuis vingt-quatre heures avoient environ un millimètre et demi d'épaisseur, et présentoient deux couches distinctes, quoique le feu n'eût été suspendu que peu de temps, au bout de douze heures, entre l'aller et le retour du bateau. Ce sédiment a une grande dureté, et l'on pourroit ainsi, par la vaporisation de l'eau à une certaine température, se procurer des empreintes assez solides.

On assure qu'il ne se forme point de sédiment dans les chaudières des machines à haute pression; le précipité trouble l'eau, ou se dépose, sous la forme d'écume, sur les parties de la chaudière qui ne sont point exposées au feu.

Les chaudières ont vers le haut une ouverture pour le passage d'un homme, et, près des parties les plus basses, une ou deux ouvertures pour l'écoulement de l'eau.

Toutes sont munies d'une ou deux soupapes de sûreté et de deux ou trois petits robinets placés vers le niveau de l'eau. J'ai rarement remarqué des soupapes de condensation, peut-être qu'elles se trouvoient réunies aux soupapes de sûreté.

Les figures 41, 42 et 43 de la neuvième planche représentent le plan et deux élévations de la chaudière du bateau *le Chancellor Livingston*, dont j'ai précédemment donné les plans et décrit la

Digitized by Google

machine. Le fourneau, construit dans le bout de la chaudière, afin qu'il soit entièrement environné par l'eau, est disposé de manière à pouvoir brûler du charbon de terre. Deux tuyaux horizontaux, dans lesquels passent la flamme et la fumée échauffée, se rendent au travers de l'eau jusqu'au bout de la chaudière où ils se coudent pour revenir parallélement à eux-mêmes près du fourneau. Là, ils sont réunis à la cheminée chacun par un tuyau qui s'élève obliquement.

La partie de la chaudière qui enveloppe le fourneau et le cendrier est plus large et plus haute que le reste. On voit sous le cendrier deux ouvertures par lesquelles on retire l'eau et le sédiment de la chaudière.

Les robinets qui servent à régler la hauteur de l'eau dans la chaudière sont placés à environ quinze centimètres au-dessus des tuyaux horizontaux. C'est la quantité d'eau qu'on maintient ordinairement au-dessus des parties élevées exposées au feu dans les chaudières.

Dimensions de la chaudière.

		mètres.
Longueur totale		7,70.
Longueur de l'emplacement du fourneau		1,75.
Longueur au-delà du fourneau	en-dessus	5,95.
	en-dessous	5,65.
Largeur totale		3,74.
Largeur de l'emplacement du fourneau		3,24.
Largeur au-delà du fourneau		3,54.
Hauteur totale		3,30.
Hauteur de l'emplacement du fourneau et du cendrier		1,58.
Hauteur particulière du cendrier		0,61.
Hauteur sous le cendrier		0,10.
Hauteur au-dessus du fourneau		1,62.
Hauteur du fond de la partie au-delà du fourneau, au-dessus du fond de la partie qui enveloppe le fourneau		0,83.
Hauteur du centre des tuyaux horizontaux, au-dessus du fond de la partie qui enveloppe le fourneau		1,26.

Digitized by Google

Diamètre des tuyaux horizontaux	0,66 mét.
Largeur des tuyaux horizontaux à l'entrée	0,76.
Distance entre les tuyaux du milieu	0,18.
Distance entre les branches d'un même tuyau	0,23.
Distance entre les tuyaux et les parois latérales	0,13.
Distance entre les tuyaux et les parois extrêmes	0,23.
Diamètre de la cheminée	0,91.
La capacité totale de cette chaudière est d'environ	45 tonn.
La quantité d'eau qu'on y met de	26 à 28.
L'espace occupé par la vapeur d'environ	17.

qui correspondent à environ treize fois la capacité du cylindre.

La figure 58 indique une disposition analogue, employée à bord du bateau *le Swift;* la flamme parcourt aussi deux tuyaux horizontaux, mais elle revient sur le devant chercher la cheminée par un seul tuyau.

Les figures 44, 45 et 46 donnent une idée de la chaudière du *Robert Fulton,* la plus grande qui ait été construite pour des bateaux à vapeur; elle a $9^m,4$ de longueur, $3^m,9$ de largeur et $2^m,7$ de hauteur. Quatre tuyaux horizontaux qui occupent presque toute la largeur de la chaudière font suite au fourneau, et reviennent au-dessus d'eux-mêmes vers le devant de la chaudière où ils se réunissent à la cheminée.

Cette chaudière n'étoit point terminée lorsque je l'ai vue: peut-être qu'à l'exécution, les tuyaux supérieurs ont été ajustés d'une manière un peu différente de celle que j'ai indiquée.

La chaudière du *Connecticut* (*figure 47, 48* et *49*) est composée de trois cylindres : deux de $1^m,8$ de diamètre et de $6^m,6$ de longueur, placés sur le même plan, et un de $1^m,5$ de diamètre

Digitized by Google

et de six mètres de longueur, placé au-dessus des deux autres.

Chacun des cylindres est traversé d'un bout à l'autre par un tuyau horizontal de $0^m,9$ de diamètre; le feu se fait dans les tuyaux inférieurs qui sont élargis exprès sur le devant; la flamme et la fumée, après avoir parcouru ces deux tuyaux, se rendent dans celui du cylindre supérieur par des tuyaux inclinés, et s'échappent par la cheminée placée sur le devant.

Les trois cylindres communiquent entre eux par divers tuyaux, afin que l'eau et la vapeur puissent passer des uns dans les autres. Ces tuyaux ne sont point tracés dans les figures.

Le cylindre supérieur est destiné à recevoir l'eau fournie par la pompe alimentaire, et à la porter à une certaine température avant qu'elle soit introduite dans les cylindres inférieurs, où se forme la vapeur, et qui seuls communiquent avec la machine.

La largeur des tuyaux à l'entrée qui constitue, à proprement parler, le fourneau, est de $1^m,50$. L'eau s'élève à quinze centimètres au-dessus.

La cheminée a $0^m,9$ de diamètre, et 10 mètres de hauteur.

La capacité de chaque cylindre est d'environ douze tonneaux; on y fait entrer environ huit tonneaux d'eau, et il reste environ quatre tonneaux pour la vapeur; ce qui, pour les deux cylindres, revient à six fois deux tiers la capacité du cylindre de la machine. Ce rapport n'est que la moitié de celui qui a lieu entre le volume de la vapeur et la capacité du cylindre de la machine du *Chancellor Livingston;* aussi la colonne de mercure, dont la hauteur mesure la tension de la vapeur dans la chaudière du *Connecticut* varie-t-elle de plusieurs centimètres à chaque coup de piston.

La figure 52 indique une chaudière composée d'un seul cylindre contenant, comme chacun des cylindres inférieurs de la

Digitized by Google

chaudière précédente, un tuyau élargi, dans lequel on fait le feu; mais ce tuyau se réunit à la cheminée au bout de la chaudière opposé au fourneau. Elle a été exécutée à bord d'un petit bateau abandonné.

La chaudière représentée dans les figures 53 et 54, ne diffère de la dernière qu'en ce que le tuyau revient intérieurement jusque vers le milieu de la chaudière. Celles de *la Surprise* et du *Norfolk* ne s'écartent pas essentiellement de cette disposition.

Le fourneau est enveloppé par une partie de la chaudière représentée dans les figures 55 et 56; mais la flamme s'étend sous le reste et revient vers le devant par deux tuyaux horizontaux qui sont joints à la cheminée par des tuyaux obliques. Cette chaudière appartenoit à un bateau démoli. C'est, aux dimensions près, la disposition adoptée à bord de la batterie flottante *le Fulton premier*.

On fait également le feu sous la chaudière représentée dans la figure 50, et la flamme revient aussi sur le devant, par un tuyau horizontal, avant de s'échapper par la cheminée; mais cette chaudière diffère de la précédente en ce qu'elle est cylindrique; ce qui la rend plus propre à résister à l'action de la vapeur.

La chaudière du *Virginia* m'a paru composée de deux cylindres, ainsi disposés et accolés comme l'indique la figure 51.

Dans la figure 59 il y a trois cylindres : on fait le feu au-dessous, comme dans les chaudières que je viens de citer, et la flamme

Digitized by Google

revient également par des tuyaux qui passent dans l'eau contenue dans les cylindres. La chaudière du bateau *le Delaware* m'a semblé être ainsi disposée.

Dans la chaudière dont la figure 57 représente le bout, on fait le feu sous quatre cylindres, mais la flamme se rend immédiatement, et sans les traverser, à la cheminée qui est à l'autre bout; telle me paroît être la disposition de la chaudière du bateau *le Pensylvania* et de la pompe qui fournit de l'eau à Philadelphie. Elle convient en effet aux machines à haute pression, pour lesquelles, comme je l'ai déjà remarqué, il vaut mieux augmenter le nombre que les dimensions des chaudières, parce qu'il n'est pas prudent d'employer des chaudières d'un grand diamètre quand la force de la vapeur est considérable.

La consommation du combustible par heure est à-peu-près égale aux quantités ci-après; savoir :

	steres.		steres.
A bord du CONNECTICUT...	2,27.	Ce qui, pour une machine d'un mètre de diamètre, indiqueroit une consommation de..	2,20.
—— du WASHINGTON...	1,13.		2,26.
—— du FULTON.....	2,22.		2,66.
—— du VIRGINIA.....	1,58.		2,00.
—— du MARYLAND.....	2,18.		2,11.

Ainsi, terme moyen, on peut supposer qu'une machine d'un mètre de diamètre exige environ deux steres un quart de bois de pin par heure.

Une telle machine est à-peu-près de la force de soixante chevaux; par conséquent la consommation, répondant au travail d'un

Digitized by Google

cheval, n'est pas tout-à-fait de quatre centistères. Le poids d'un stère de bois de pin n'est guère que de trois cents kilogrammes.

Je terminerai cet article en rapportant les dimensions principales des chaudières de divers bateaux.

NOMS DES BATEAUX.	DIMENSIONS DES CHAUDIÈRES.		
	LONGUEUR.	LARGEUR.	HAUTEUR.
	mét.	mét.	mét.
Le Clermont	6,0.	2,4.	2,1.
Le Car of Neptune	5,4.	2,7.	2,4.
Le Paragon	6,3.	2,7.	3,0.
Le Fire Fly	4,57.	2,4.	2,75.
Le Richmond	6,3.	2,7.	3,0.
Le Washington	7,0.	2,1.	2,7.
Le Fulton	6,1.	2,7.	2,4.
Bateaux de passage doubles. Le Jerzey	6,0.	2,7.	2,7.
Bateaux de passage doubles. Le York			
Bateaux de passage doubles. Le Nassau	6,0.	3,0.	2,4.

Ces dimensions ne peuvent faire connoître que l'emplacement et non la capacité des chaudières, il faudroit pour calculer la capacité avoir égard à la forme de chaque chaudière, à la grandeur des fourneaux et des conduits dans lesquels la flamme circule; mais les chaudières représentées dans la neuvième planche suffisent pour fixer les idées sur les principales combinaisons employées dans les bateaux, et l'on a vu ci-dessus que l'espace réservé à la vapeur peut varier de six à douze fois la capacité du cylindre, sans de graves inconvéniens.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTES.

NOTE PREMIÈRE

Sur divers bateaux à vapeur.

Cette note, destinée à donner des renseignemens qui peuvent servir de termes de comparaison aux personnes qui s'occupent des bateaux à vapeur, et à faire connoître l'état de la navigation par la vapeur, en Amérique, sera divisée en deux sections. La première sera relative aux bateaux qui offrent quelque chose de remarquable, ou sur lesquels j'ai voyagé; la seconde contiendra quelques observations sur la navigation intérieure et sur les bateaux non compris dans la première section.

PREMIÈRE SECTION.

1. *L'Ætna.*

Il y a sur la Delaware deux bateaux, *l'Ætna* et *le Pensylvania*, qui sont mis en mouvement par des machines à vapeur à haute pression. *L'Ætna*, sur lequel j'ai été de Philadelphie à Burdenton, a $34^{m},75$ de longueur, et $5^{m},50$ de largeur; il tire $0^{m},91$ d'eau à l'avant, et $1^{m},22$ à l'arrière.

La machine est décrite dans le second paragraphe de l'article IV, et elle est supposée de quarante-cinq chevaux; le cylindre a $0^{m},52$ de diamètre; les roues à aubes ont $5^{m},6$ de diamètre. Une des jantes, qui est en fer, tient lieu de volant; cette jante a $0^{m},18$ de largeur, et $0^{m},04$ d'épaisseur. Les roues portent douze aubes. Lorsqu'elles font vingt tours par minute, le bateau parcourt sa longueur en dix secondes; ce qui revient à $3^{m},475$ par seconde ou à six nœuds trois quarts.

La chaudière, qui est composée de plusieurs cylindres, a $6^{m},9$ de

Digitized by Google

longueur et $2^m,55$ de largeur. On m'a assuré que la tension de la vapeur est égale à dix fois la pression de l'atmosphère.

2. *La Surprise.*

La Surprise a $28^m,65$ de longueur, $4^m,75$ de largeur, et $1^m,22$ de tirant d'eau.

Ce bateau est mis en mouvement par la machine à rotation immédiate, décrite dans le troisième paragraphe de l'article IV. Le cylindre extérieur a environ $1^m,5$ de diamètre. L'intervalle entre le cylindre intérieur et le cylindre extérieur est de $0^m,15$, et les deux plateaux des extrémités sont à $0^m,48$ l'un de l'autre.

Les roues sont établies sur l'arbre même du cylindre, elles ont $4^m,9$ de diamètre; elles portent douze aubes de $1^m,8$ de longueur sur $0^m,5$ à $0^m,6$ de largeur.

J'ai dit, en parlant de la machine de ce bateau, que M. Stiles étoit persuadé que, si la force de la vapeur étoit égale à cinq fois la tension de l'atmosphère, cette machine conviendroit à un bateau de trente-trois à trente-quatre mètres de longueur et de $6^m,7$ de largeur.

On compte sur environ un stère et un tiers de bois de pin par heure pour entretenir le feu.

Depuis 1816, *la Surprise* a navigué à diverses reprises sur la Chesapeake; elle parcouroit en seize heures une distance qu'on suppose de cent trente-neuf milles nautiques; elle auroit donc filé $8,^n7$; si cependant les roues ne faisoient, comme on le dit, que seize tours par minute, la vîtesse du côté intérieur des aubes n'auroit été que de $3^m,18$ par seconde, ou de $6^n,2$, et il seroit peu probable que le bateau eût acquis cette vîtesse. Le défaut d'accord entre ces deux résultats tient sans doute à quelque erreur sur l'évaluation de la distance et sur le nombre de révolutions des roues. Je n'ai point été à portée de faire d'observations sur le mouvement de ce bateau, la machine étant en réparation pendant mon séjour à Baltimore.

Digitized by Google

3. *L'Olive Branch.*

L'Olive Branch a $37^{m},80$ de longueur, $8^{m},84$ de largeur, et tire $1^{m},37$ d'eau.

Ce bateau a été construit en 1816 : sa machine est de la force de cinquante chevaux; mais la chaudière est assez épaisse pour qu'en augmentant le feu, lorsque les circonstances l'exigent, on puisse obtenir la force de soixante-dix chevaux.

La machine a coûté 53,500 francs.

La chaudière est en cuivre.

Le cylindre à vapeur a $0^{m},914$ de diamètre. Le mécanisme diffère peu de celui qui est représenté dans la planche V.

Les roues sont placées à douze ou treize mètres de l'avant; elles ont environ cinq mètres de diamètre et portent dix aubes.

J'ai été en cinq heures de New-York à New-Brunswick sur ce bateau: on met rarement davantage, parce qu'on force le feu quand le vent ou la marée est contraire. Les roues faisoient dix-huit tours et demi par minute; la colonne de mercure, qui mesure l'excès de la tension de la vapeur sur la pression de l'atmosphère, s'élevoit à environ $0^{m},20$; mais on auroit pu la laisser monter plus haut sans inconvénient.

Selon M. Melish, la route de poste de New-York à New-Brunswick, par Newark, est de vingt-neuf milles et demi (1). Je doute que, malgré les détours du Rariton, la distance par eau soit plus considérable, et que, par conséquent, la vîtesse moyenne du bateau soit de plus de $5^{n},9$ ou de $3^{m},04$ par seconde.

L'Olive Branch passe à New-York pour avoir une très-grande vîtesse.

4. *Le Nautilus.*

Le Nautilus va de New-York à l'île des États (*Staten island*), où est la résidence du vice-président des État-Unis, M. Tompkins, qui est propriétaire de ce bateau.

(1) Trente-quatre milles américains.

Digitized by Google

Le trajet, qui, d'après la carte de M. Blunt, est de cinq milles, se fait quelquefois en vingt-sept ou trente minutes. J'ai été une fois une heure dix-sept minutes : les roues faisoient treize tours par minute; le vent étoit très-fort et contraire, ainsi que la marée.

Dans un autre voyage, j'ai été cinquante-cinq minutes à aller et le même temps à revenir : les roues faisoient dix-huit à dix-neuf révolutions par minute; la colonne de mercure qui marque la tension de la vapeur au-dessus de la force de l'atmosphère varioit de $0^m,32$ à $0^m,40$ à chaque oscillation du piston.

En prenant cinquante-cinq minutes pour la durée moyenne du passage, on trouvera que la vîtesse est de $5^n,45$, qui correspondent à $2^m,80$ par seconde.

Ce bateau a la réputation de bien marcher. J'ai vu estimer sa vîtesse à plus de quinze nœuds. Le calcul est aisé, disoit-on : la distance parcourue est de sept milles (1); or, sept milles en vingt-sept minutes reviennent à quinze milles et demi par heure.

En partant ainsi de distances hypothétiques, en confondant des mesures de diverses longueurs, parce qu'elles ont une même dénomination, et en négligeant l'effet des courans, on parviendra presque toujours à des résultats erronés. J'ai indiqué les bases de mon évaluation afin qu'on puise juger du degré de confiance qu'on peut y donner.

Le Nautilus tire $1^m,87$ d'eau.

Le mécanisme pour l'ouverture des soupapes est représenté dans la figure 20 (pl. V).

5. *Le Delaware.*

Le Delaware va de Philadelphie à New-Castle; il a $41^m,34$ de longueur, $6^m,10$ de largeur, et $1^m,37$ de tirant d'eau.

Les extrémités de ce bateau sont analogues à celles des bâtimens ordinaires; mais le maître couple est presque rectangulaire : les angles sont à peine arrondis.

(1) Sept milles américains répondent à environ six milles nautiques; c'est donc un mille de trop.

Digitized by Google

Les roues portent douze aubes ; leur diamètre est de $5^m,5$; elles sont à $16^m,64$ de l'avant.

La machine est de la force de quarante-cinq chevaux ; elle a coûté 75,000 francs. Le cylindre a $0^m,81$ de diamètre. La vapeur a une tension ordinairement double de celle de l'atmosphère. Pour qu'elle puisse agir par le développement de son élasticité, il y a un registre entre la chaudière et les boîtes à soupapes, qui intercepte la communication de la vapeur pendant une partie de la course du piston. Ce registre reçoit son mouvement de la machine, et il est ramené à sa position primitive par un ressort.

La chaudière est en fer ; elle est composée de trois cylindres, sous lesquels on fait le feu, et dans lesquels reviennent trois tuyaux qui se réunissent sur le devant en un seul tuyau vertical.

Dans un voyage que j'ai fait sur ce bateau, j'ai été quatre heures trente-deux minutes à aller de New-Castle à Philadelphie : le vent étoit très-près, mais le courant étoit favorable ; les roues faisoient dix-sept à dix-huit tours par minute. La colonne de mercure passoit à chaque coup de piston de 0^m, 80 à $0^m,90$ en sus de la pression atmosphérique.

En revenant, j'ai été trois heures quarante-cinq minutes. Le vent étoit contraire et très-fort au départ de Philadelphie : il est devenu plus doux ensuite. La marée étoit favorable ; la hauteur du mercure a été réduite à $0^m,60$: les roues faisoient alors seize tours et demi par minute.

Dans le tableau comparatif de l'article second, je n'ai compté qu'à $0^m,54$ l'excès de la force de la vapeur sur la pression moyenne de l'atmosphère $0^m,76$, à cause que l'introduction de la vapeur est suspendue pendant un certain temps.

M. Blunt (1) dit que la distance de Philadelphie à New-Castle est de trente-quatre milles nautiques trois-quarts ; mais en considérant le cours de la rivière tracée sur sa carte, il semble que la différence de la distance par eau, à la distance par terre, ne sauroit être de plus de trois milles. Or la route de poste, sur l'exactitude de laquelle on peut

(1) *American coast pilot*, pag. 168.

Digitized by Google

plus sûrement compter, est de 27,8 milles; ainsi la distance par eau est d'environ 30,8 milles. La vîtesse en allant a donc été de 6,8 nœuds, ou bien de $3^{m},5$ par seconde. C'est la vîtesse moyenne, si l'on admet qu'il y ait eu compensation entre les effets du courant et du vent.

En revenant, la vîtesse s'est trouvée de $8^{n},2$. La différence $1^{n},4$ peut très-bien être attribuée aux courans qui filent souvent plus de deux nœuds.

6. *Le Baltimore de Philadelphie.*

Un autre bateau à vapeur, appelé *le Baltimore*, qui va aussi de Philadelphie à New-Castle, a $41^{m},50$ de longueur, $5^{m},75$ de largeur, et $1^{m},37$ de tirant d'eau.

Les murailles sont presque verticales; les angles du maître couple ne sont que légèrement arrondis; mais les extrémités du bateau sont taillées à-peu-près comme celles des navires ordinaires.

Les roues ont $5^{m},15$ de diamètre; elles portent dix aubes, et font dix-sept tours par minute.

7. *Les United-States.*

Le Bateau *les United-States* a été lancé le 4 juillet 1818. Il a $42^{m},64$ de longueur, $7^{m},62$ de largeur, et $1^{m},52$ de tirant d'eau.

Les roues sont placées à $15^{m},64$ de l'avant; elles ont $5^{m},2$ de diamètre; il y a dix aubes d'environ deux mètres de longueur.

Le cylindre a $1^{m},08$ de diamètre, et le jeu du piston est de $1^{m},45$. Le mécanisme pour ouvrir et fermer les soupapes est analogue à celui qui est représenté dans la figure 20 (pl. V). Le volant fait trois tours pendant que les roues en font un.

La chaudière est un cylindre de $7^{m},5$ de longueur, et de près de trois mètres de diamètre; elle contient un autre cylindre dans le bout duquel on fait le feu; la cheminée revient dans l'eau sur le devant d'où elle s'élève verticalement.

Les figures 53 et 54 (pl. IX) représentent une chaudière qui ne diffère que par les dimensions de celle du bateau *les United-States.*

Digitized by Google

Ce bateau va de Baltimore à French-Town. Le tableau suivant fait connoître sa vîtesse.

	TEMPS.	DISTANCE.	VÎTESSE.
	h. m. s.	milles marins.	nœuds.
Du quai de Baltimore au pont de Fell's-Point	" 5 20"	0,6.	6,75.
Du pont à la pointe du Lazaret	" 16 10.	1,7.	6,31.
De la pointe du Lazaret à French-Town	6 38 30.	"	"
De Baltimore à French-Town, en allant	7 00 00.	"	"
De French-Town à Baltimore, en revenant	6 18 00.		

En allant, les roues ont fait seize et dix-sept tours par minute, et la colonne de mercure qui mesure l'excès de la force de la vapeur sur celle de l'atmosphère a varié de $0^m,30$ à $0^m,35$. Le bateau mettoit environ quatorze secondes et demie à parcourir sa longueur, ce qui correspond à $2^m,94$ par seconde ou à 5,72 nœuds.

En revenant, la hauteur du mercure a varié de quarante à quarante-cinq centimètres; les roues ont fait de seize et demi à dix-huit tours par minute. J'ai trouvé que le bateau mettoit treize secondes à parcourir sa longueur. J'ai eu plusieurs fois occasion de répéter cette dernière observation au moment où le bateau *les United-States* partoit de Baltimore, et j'ai presque toujours obtenu le même résultat : ainsi sa vîtesse moyenne est de $3^m,28$ par seconde, ou de 6,38 nœuds.

Les distances portées dans la seconde colonne du tableau ont été prises sur la carte du Patapsco que la compagnie d'assurance a fait lever dernièrement. L'anse qui forme le port de Baltimore s'étend jusqu'au lazaret, les courans y sont foibles, la vîtesse des *United-States*, qui a parcouru avant de sortir de cette anse 2,3 milles en vingt et une minutes et demie, est donc d'environ 6,42 nœuds.

Ce résultat confirme le précédent. Je ne sais point exactement la distance de Baltimore à French-Town : on la suppose dans le pays

Digitized by Google

de soixante milles, mais seulement d'après l'estime des marins, qui est généralement trop forte. En considérant la durée du voyage et en prenant 6,4 milles pour terme moyen, on trouve cette distance de 44,8 milles nautiques ou de 51,5 milles américains, ce qui s'écarte probablement peu de la vérité (*Voir* la note II.)

8. *Le Virginia.*

Le Virginia a $41^{m},45$ de longueur et $7,^{m}56$ de largeur. Comme il est destiné à naviguer sur la Chesapeake, on lui fait quelquefois porter une misaine et un foc.

Les roues à aubes sont à $15^{m},26$ de l'avant; elles ont $5^{m},4$ de diamètre.

La machine est de la force de quarante-quatre chevaux. Le cylindre a intérieurement $1^{m},45$ de hauteur, le piston a $0^{m},89$ de diamètre, $0^{m},18$ de hauteur et $1^{m},22$ de course. Les roues reçoivent le mouvement de deux bièles suspendues aux bouts d'un fléau ou traverse horizontale portée par la tige du piston, comme dans la plupart des bateaux; mais la pompe alimentaire, qui, à New-York, est généralement adaptée à la tringle qui fait mouvoir les soupapes, est attachée à un balancier spécial.

Le volant a $3^{m},34$ de diamètre, et il fait trois tours à chaque révolution des roues à aubes.

Le mécanisme occupe la moitié de la largeur du bateau.

La chaudière paroît composée de deux cylindres jointifs (Voir *fig. 51*, pl. IX) de six mètres de longueur et de $0^{m},97$ de diamètre; le feu se fait dessous, et les cheminées reviennent horizontalement vers le devant dans l'intérieur de chaque cylindre.

Le poids dont la soupape de sûreté est chargée correspond à une colonne de mercure de $0^{m},60$, mais l'indicateur s'élève rarement à plus de $0^{m},40$ en sus de la pression de l'atmosphère; on laisse la vapeur s'échapper quand il arrive à $0^{m},50$. La vapeur dans le condenseur soutient le mercure à huit ou dix centimètres de hauteur.

On met tous les quarts d'heure vingt à vingt-cinq buches de bois de

Digitized by Google

pin sous chaque cylindre : on compte qu'il faut un stère et demi de ce bois par heure : on en prend trente-six pour aller de Baltimore à Norfolk.

Le voyage est ordinairement de vingt-trois heures; on l'a fait quelquefois en dix-neuf, et je l'ai vu durer trente par l'effet du mauvais temps.

J'ai été vingt et une heures neuf minutes trente secondes en allant, et vingt-trois heures neuf minutes en revenant; savoir :

	TEMPS EMPLOYÉ		DISTANCES	VITESSE PAR HEURE	
	en allant.	en revenant.	parcourues.	en allant.	en revenant.
	h. m. s.	h. m. s.	milles.	nœuds.	nœuds.
Du quai de Baltimore au pont de Fell's-Point...	" 5 30	" 5 "	0,6.	6,55.	7,20.
Du pont à la pointe nord de l'entrée du Patapsco (North-Point).....	1 16 40	1 16 "	9,2.	7,20.	7,26.
De la pointe nord à la pointe sud (Bodkin-Point).	" 32 50	" 31 "	3,7.	6,76.	7,16.
De la pointe sud au phare d'Old-Point-Comfort.	17 34 30	19 13 "	133,0.	7,57.	6,92.
Du phare à Norfolk.....	1 40	2 4 "	10,0.	6,00.	4,84.
TOTAL de Baltimore à Norfolk....	21 9 30	23 9 "	156,5.	7,40.	6,76.

La hauteur de la colonne de mercure a varié de $0^m,30$ à $0^m,40$ au-dessus de la force de l'atmosphère. Les roues faisoient dix-sept tours et demi à dix-huit tours et demi.

En allant, la misaine a été bordée une grande partie du temps, quoique le vent fût souvent très-près.

En revenant, le vent étoit assez fort et sensiblement nuisible. La mer, au-dessus d'*Old-Point-Comfort*, devant l'entrée de la Chesapeake, étoit très-grosse.

J'ai trouvé plusieurs fois que le bateau mettoit environ douze secondes à parcourir sa longueur; ce seroit $3^m,454$ par seconde; ce qui correspond à $6^n,71$. En regardant vingt-trois heures comme la durée ordinaire des voyages, la vîtesse moyenne seroit de $6^n,8$. Les différences avec les nombres qu'on voit dans le tableau précédent peuvent tenir aux marées et à l'effet des voiles.

Digitized by Google

Étant à terre, j'ai vu *le Virginia* parcourir sa longueur en douze secondes et demie. Les roues faisoient dix-huit tours un quart par minute. La mer étoit belle, le vent foible, et il y avoit peu ou point de courant. La vîtesse déduite de cette observation est de $3^{m},316$ par seconde, ou de $6^{n},45$.

Dans le tableau général des vîtesses que j'ai donné dans le texte, j'ai réduit à $3^{m},3$ par seconde, ou à $6^{n},4$ la vîtesse du *Virginia;* c'est n'attribuer que trois ou quatre dixièmes de nœud à l'action du vent : il paroît que ce n'est pas assez; car le multiplicateur qui se voit dans la dernière colonne est sensiblement plus grand que ceux qui correspondent aux autres bateaux.

Dans un voyage que j'ai fait de la rade d'Annapolis à Baltimore, sur le même bateau, il a été cinq heures à faire ce trajet qui est de vingt-cinq milles et demi;

	TEMPS.	DISTANCES.	VÎTESSE
	h. m. s.	milles.	nœuds.
De la rade d'Annapolis à Bodkin-Point	2 23 30.	12,0.	5,02.
De Bodkin-Point à North-Point	0 48 0	3,7.	4,63.
De North-Point au Lazaret	1 24 30.	7,5.	5,38.
Du Lazaret au pont de Fell's-Point	0 18 0	1,7.	5,67.
Du pont au quai de Baltimore	0 6 0	0,6.	6,1.
TOTAL de la rade d'Annapolis à Baltimore	5 0 0	25,5.	5,1.

Les roues ne faisoient que quatorze tours et demi par minute; mais le vent étoit très-fort et contraire; le bateau avoit mis trente heures au lieu de vingt-trois, à faire son voyage, et on étoit obligé de ménager le bois.

On voit que dans le Patapsco, où la mer étoit plus belle que dans la Chesapeake, la vîtesse a été en augmentant.

Digitized by Google

On cite comme un fait remarquable que *le Virginia* a parcouru quatre fois en cinq jours la distance de Baltimore à Norfolk, et qu'il n'est resté que quatre-vingt-six heures en route. Il a, par conséquent, fait 7,28 milles par heure; ce qui suppose qu'il a été favorisé par les vents et qu'il a fait usage de ses voiles, puisqu'on a vu plus haut que la vîtesse qui résulte de la force de la machine à vapeur est au plus de 6,4 milles.

Il est d'ailleurs à remarquer que la vîtesse, déduite de la durée moyenne des voyages, est en général un peu trop forte, parce que l'effet des courans n'est jamais exactement compensé, attendu que, quand ils sont favorables, le timonnier ne manque pas de les rechercher et d'en profiter, et qu'il les évite, lorsqu'ils sont contraires, en naviguant dans les remous toutes les fois que cela est possible. Il est vrai qu'à la rigueur il faudroit déduire la vîtesse du bateau, de la moyenne des vîtesses en allant et en revenant, et non pas de la durée moyenne des courses, qui donne toujours un résultat un peu plus petit (1); mais la différence n'est considérable que quand le courant est très-fort; et c'est justement dans ce cas qu'un pilote entendu trouve le plus de moyens d'abréger le voyage.

---

(1) Si, par exemple, *le Virginia* eût été vingt heures en descendant avec le courant, et vingt-trois heures en remontant contre le courant, sa vîtesse absolue en descendant eût été de... 7,82 milles.
et en remontant de..... 6,80.
Et sa vîtesse réelle de..... 7,31.
au lieu de..... 7,28.
qu'on trouveroit en divisant la distance par vingt et une heures et demie, durée moyenne du trajet.

En général, si

V, est la vîtesse réelle du bateau,
u, la vîtesse du courant,
E, l'espace parcouru,
t, le temps employé en descendant avec le courant,
T, le temps employé en remontant contre le courant.

On aura :

$$(V + u)\,t = E, \text{ et } (V - u)\,T = E,$$

d'où l'on tire

$$V = \frac{1}{2}\frac{E}{t} + \frac{1}{2}\frac{E}{T}.$$

Si l'on représente par V′ le quotient $\frac{E}{\frac{1}{2}t + \frac{1}{2}T}$, on aura $\frac{V}{V'} = \frac{1}{4}\frac{(t+T)^2}{tT}$ ou $\frac{V}{V'} = 1 + \frac{(T-t)^2}{4tT}$.

Sous cette dernière forme, on voit clairement que V est toujours plus grand que V′.

Dans l'exemple ci-dessus, on a $t = 20$, $T = 23$, et par conséquent $\frac{V}{V'} = 1 + \frac{9}{1840}$ l'erreur n'est que de $\frac{9}{1840}$ de la vîtesse, ou de $\frac{1}{204}$ environ.

T

Digitized by Google

9. *Le Maryland.*

Le Maryland est considéré comme un des plus beaux bateaux de Baltimore. Il va deux fois la semaine à Easton.

Sa longueur est de $41^{m},76$, sa largeur de $7^{m},925$; il tire $1^{m},52$ d'eau à l'arrière et à l'avant.

Les roues à aubes ont environ six mètres de diamètre : il y a douze aubes à chaque roue, qui ont $1^{m},75$ de longueur et $0^{m},65$ de hauteur.

La machine à vapeur est supposée de la force de soixante chevaux; le diamètre du cylindre est de $1^{m},016$, et le jeu du piston de $1^{m},42$. Le condenseur et la pompe à air sont placés dans une bache. C'est le seul bateau dans lequel j'aie remarqué cette disposition. Le volant fait à-peu-près trois tours à chaque révolution des roues; le mécanisme destiné au mouvement des soupapes a toute la complication qu'on voit dans les vieilles machines.

Il y a deux chaudières cylindriques; une de chaque côté de la machine. Cette disposition laisse beaucoup de place pour les logemens; mais elle ne peut avoir lieu que dans les bateaux qui sont très-larges. Il n'y a de couchettes que dans le salon de l'avant.

La colonne de mercure qui mesure la tension de la vapeur a ordinairement trente centimètres de hauteur en sus de la force de l'atmosphère; mais la soupape de sûreté est chargée de manière que le mercure puisse s'élever jusqu'à quarante centimètres.

On consomme au plus deux stères un quart de bois de pin par heure. On en prend ordinairement vingt-deux stères pour faire le trajet de Baltimore à Easton, qu'on suppose de soixante-dix milles, et qui dure huit ou dix heures.

Le gouvernail est mis en mouvement par un pignon de quatorze dents qui engrène avec un secteur qui en a vingt-huit.

Le Maryland est doublé en cuivre; il a coûté 267,000 francs.

J'ai été sur ce bateau d'Annapolis à Baltimore en cinq heures. La distance est de vingt-sept milles : ainsi la vîtesse étoit de 5,4 milles

Digitized by Google

par heure. Les roues faisoient seize à dix-sept tours par minute : le vent étoit très-fort et contraire, et peut-être aussi la marée.

Je suis revenu de Baltimore à Annapolis en trois heures trente minutes. Voici le détail des observations.

	TEMPS employé.	DISTANCES parcourues.	VITESSE par heure.
	h. m. s.	milles.	milles.
Du quai de Baltimore au pont de Fell's-Point	0 5 "	0,6.	7,20.
Du pont de Fell's-Point à North-point	1 8 "	9,2.	8,12.
De North-Point à Annapolis	2 17 "	17,2.	7,53.
TOTAL de Baltimore à Annapolis	3 30 "	27,0.	7,71.

Les roues faisoient dix-sept à dix-huit tours par minute.

Le courant étoit favorable. Ainsi l'on peut mettre en principe que le bateau ne filoit pas plus de sept nœuds, ou bien que sa vitesse étoit d'environ $3^m,60$ par seconde. Cela s'accorde d'ailleurs avec l'observation que j'ai faite, qu'il parcouroit sa longueur, $41^m,76$, en onze secondes et demie, ou $3^m,63$ par seconde.

10. *Le Norfolk.*

Le Norfolk fait les mêmes voyages que *le Virginia.* Ce bateau a environ quarante et un mètres de longueur et $7^m,7$ de largeur. Il tire $1^m,52$ d'eau.

L'arbre des roues à aubes est à un mètre au-dessus du pont et à seize mètres de l'étrave. Les roues ont six mètres de diamètre. Les aubes ont $1^m,75$ de longueur : il y en a douze à chaque roue.

La machine diffère peu de celle du *Virginia.* La chaudière est composée de deux cylindres de six mètres de longueur et de $1^m,75$ de diamètre.

Digitized by Google

Voici en détail le temps employé par ce bateau à aller de Baltimore à la rade d'Annapolis.

	TEMPS employé.	DISTANCES parcourues.	VITESSE par heure.
	h. m. s.	milles.	milles.
De Baltimore au pont de Fell's-Point	0 5 10.	0,6.	6,97.
Du pont de Fell's-Point au Lazaret	0 15 5.	1,7.	6,75.
Du Lazaret à North-Point	0 59 30.	7,5.	7,56.
De North-Point à la rade d'Annapolis	2 0 0	15,7.	7,85.
TOTAL de Baltimore à la rade d'Annapolis	3 19 45.	25,5.	7,66.

Le vent étoit peu sensible et la marée étoit favorable. Les roues faisoient quinze et seize tours par minute. La hauteur de la colonne de mercure étoit de $0^m,48$ quand le bateau est parti; elle est descendue à $0^m,33$, et quelquefois à $0^m,28$ pendant le voyage.

Le Norfolk a parcouru, en vingt minutes quinze secondes, les 2,3 milles qu'il y a de Baltimore au Lazaret; ainsi sa vîtesse serait de 6,81 milles par heure s'il n'y avoit point de courant; et comme il est foible dans cet espace, il n'y a qu'une légère réduction à faire à cette vîtesse, 6,81 milles, pour avoir la véritable.

Au commencement du voyage la tension étoit assez forte; aussi, quoique le courant fût encore peu considérable, la vîtesse approchoit-elle de sept milles. Quand la tension a diminué, la vîtesse s'est réduite à 6,75 milles; mais lorsque le bateau a passé dans le courant du Patapsco et de la Chesapeake, alors la vîtesse a augmenté jusqu'à 7,56 et 7,85 milles par heure. En retranchant de ce dernier résultat 1,5 milles, vîtesse approchée du courant de la Chesapeake, on trouvera environ 6,3 milles pour la vîtesse réelle du bateau.

Digitized by Google

II.e SECTION.

1. *Des bateaux de Boston.*

Le Massachusetts ne jouit point d'une navigation intérieure aussi étendue que les autres principaux états de l'Amérique. Le Connecticut et le Merrimack, qui traversent cet état pendant une partie de leur cours, ne passent point par des villes assez commerçantes pour que les bateaux à vapeur puissent être employés avec avantage sur ces rivières.

Le canal de Middlessex, qui unit le Merrimack à la baie de Boston, n'a que $1^m,22$ de profondeur, et les écluses n'ont que $3^m,66$ de largeur (1). Le Charles, qui débouche auprès de ce canal, n'est navigable que durant cinq milles, et les autres rivières qui se jettent dans la baie de Boston ne le sont que trois ou quatre milles; aussi ne rencontre-t-on dans cette baie qu'un ou deux bateaux à vapeur.

Le bateau *le Massachusetts*, que j'ai vu désarmé, a environ vingt-cinq mètres de longueur et $5^m,50$ de largeur, et il tire $1^m,3$ d'eau.

Le cylindre est incliné de manière que la tige du piston soit dirigée sur l'arbre des roues à aubes. Après ce que j'ai dit d'une semblable disposition adoptée à bord du *Savannah*, il devient inutile de donner aucun détail sur cette machine.

Les roues portent huit aubes de $1^m,80$ de longueur et de $0^m,80$ de hauteur. Elles ont cinq mètres de diamètre et tiennent lieu de volant.

---

(1) Ce canal, le premier de cette importance qui ait été entrepris en Amérique, a coûté près de trois millions.

Il est alimenté par la Concorde. Du Merrimack à cette rivière il y a environ cinq milles, et on s'élève de $6^m,4$ par le moyen de trois écluses. De la Concorde à la baie on compte vingt-cinq milles, et l'on descend de $32^m,5$ en passant par treize écluses.

Digitized by Google

2. *Des bateaux de New-York.*

Le Hudson est navigable jusqu'au Mohawk. En s'élargissant vers son embouchure, il forme une baie à laquelle New-York donne son nom. Cette baie communique avec la mer, non-seulement au sud de l'île Longue, où se réunissent le Hudson et le Rariton, mais encore par le canal entre cette île et le Connecticut.

La ville de New-York est bâtie au fond de la baie, à l'extrémité méridionale de l'île de Manhattan, comprise entre deux bras du Hudson. Cette ville, qui déjà tire de si grands avantages de cette belle position, verra son commerce avec l'intérieur prendre de nouveaux développemens lorsque les canaux de communication du Hudson avec les lacs seront exécutés. Le succès de quelques entreprises particulières a prouvé depuis long-temps que s'il y avoit eu un service réglé de bateaux et de voitures de New-York à Pittsburg par le Hudson, le Mohawk, le lac Ontario, le lac Érié, la rivière Française (*French Creek*) et l'Allegani, le transport par cette route auroit été moins dispendieux que par la route directe de la Pensylvanie.

Les difficultés qui empêchoient l'établissement de ce service n'existeront plus lorsque le canal sera terminé; les marchandises expédiées de New-York ou d'Albani arriveront sur les lacs, et probablement plus tard à la Nouvelle-Orléans, sur le bateau même où elles auront été chargées.

Par le canal auquel on travaille en ce moment, les bateaux partant d'Albani s'élèveront à $127^{m},81$ au-dessus du Hudson, par le moyen de quarante-six écluses, et se rendront à Rome, à cent quatre-vingt-deux mille mètres de distance. De Rome, en parcourant cent vingt-quatre mille mètres, ils descendront par six écluses de $2^{m},46$ de chute dans la vallée du Tennessee : ensuite en remontant par vingt-cinq écluses, ils parviendront au lac Érié, qui est à deux cent soixante-deux mille mètres du Tennessee et $172^{m},21$ au-dessus du Hudson. La dépense de ce canal, qui aura, comme on voit, trois cent soixante huit mille mètres de longueur et soixante-dix-sept écluses, est estimée à vingt-six millions.

Digitized by Google

Au-delà de Rome, le canal passe dans une vallée du lac Ontario et traverse plusieurs rivières qui se jettent dans ce lac, et qui étant rendues navigables serviront à faire comuniquer entre eux le lac Érié et le lac Ontario, qui sont séparés par le Niagara, dont les chutes sont si célèbres (1). Il restera ensuite à unir les lacs avec le Mississipi, ce qui sera beaucoup plus aisé, car il est reconnu que déjà quand les eaux sont un peu élevées, de petits bateaux peuvent passer dans quelques-uns des affluens de ce fleuve.

Le second canal du Hudson, qui ne tardera pas à être entrepris, établira la communication de New-York avec le lac Champlain et par suite avec le fleuve Saint-Laurent.

Deux projets semblent également praticables. Dans le premier, le canal du Hudson à Whitehall sur la rivière d'Orange (*Wood Creek*), qui se jette dans le lac Champlain, auroit trente-cinq mille mètres de longueur; dans le deuxième, le canal auroit quarante-cinq mille mètres. Dans l'un et l'autre on rendroit le Hudson navigable pendant vingt-cinq ou trente milles au-dessus de l'embouchure du Mohawk, par le moyen de barrages, de portions de canaux et de douze écluses qui élèveroient les bateaux de $33^{m},38$. On abandonneroit alors le Hudson, et par deux écluses de $1^{m},895$, on parviendrait au point de partage. On passeroit ensuite sept écluses formant ensemble $14^{m},32$ de chute pour arriver au lac Champlain. La dépense est estimée à quatre millions et demi.

Le premier bateau à vapeur qui ait navigué sur le Hudson est *le Clermont*, construit, en 1807, par M. Fulton. Ce bateau avoit d'abord $42^{m},67$ de longueur et $4^{m},57$ de largeur. Pendant l'hiver sa longueur fut portée à $45^{m},72$ et sa largeur à $4^{m},87$.

Dès son premier voyage il alla de New-York à Clermont en vingt-quatre heures, et de Clermont à Albani en huit heures, et il revint

(1) On a dit, contre l'utilité de ce canal, que tôt ou tard le Canada appartiendroit aux États-Unis, et que le commerce des lacs se feroit naturellement et plus aisément par Québec; mais d'abord l'époque où les Anglais céderont le Canada est peut-être encore très-éloignée, et en admettant même cette cession, les contrées que les canaux traversent en retirent toujours de grands avantages, et l'état de New-York, aux frais duquel se fait ce canal, peut espérer que sa capitale soutiendra encore long-temps par son commerce la concurrence avec celle du Canada.

Digitized by Google

de cette dernière ville à Clermont en neuf heures, et de là à New-York en vingt et une heures.

La distance de New-York à Clermont est de 85 milles; ainsi la vitesse a été	en allant de...	3,54	milles marins par heure.
	en revenant de.	4,05	
La distance de Clermont à Albani est de 35 milles (*Voir* la note II) d'où l'on conclut la vitesse	en allant de...	4,37	
	en revenant de.	3,89	
Le terme moyen est de		3,96	

Il est impossible de corriger ce résultat de l'effet des marées.

La machine à vapeur du *Clermont* avoit été construite en Angleterre par M. Watt ; elle étoit de la force de vingt chevaux. Le cylindre avoit $0^m,61$ de diamètre, le piston parcouroit $1^m,22$. Les roues avoient huit rayons, leur diamètre étoit de $4^m,60$; elles faisoient vingt tours par minute. Les aubes avoient $1^m,20$ de longueur et $0^m,6$ de hauteur. La longueur de la chaudière étoit de 6 mètres, sa largeur de $2^m,4$ et sa hauteur de $2^m,1$.

Le mouvement du piston étoit transmis aux roues à aubes par le moyen de bièles et d'un varlet ou levier angulaire, de la manière représentée dans la figure 36 (pl. VII).

En 1808, on construisit *le Rariton*, destiné à naviguer sur la rivière dont il porte le nom, qui se jette dans la baie de New-York.

La même année, un autre bateau appelé le *Car of Neptune*, fut adjoint au *Clermont* pour les voyages d'Albani. Sa longueur était de $53^m,34$, sa largeur $7^m,16$. Le cylindre de la machine à vapeur avoit $0^m,838$ de diamètre; le piston $1^m,32$ de jeu; la chaudière $5^m,4$ de longueur, $2^m,7$ de largeur et $2^m,4$ de hauteur.

Le diamètre des roues à aubes étoit de $4^m,25$; les aubes avoient $1^m,20$ de longueur et $0^m,7$ de hauteur.

Le Paragon, dont j'ai donné la description dans le texte, fut également employé sur le Hudson en 1811. *Le Fire Fly* eut la même destination en 1812. Ce dernier bateau a $30^m,48$ de longueur, $5^m,64$ de largeur. Sa machine, dont on a vu la description, est représentée figure 38 (pl. VIII). Le diamètre du cylindre a $0^m,508$; la course du piston est de $1^m,14$. La chaudière a $4^m,57$ de longueur et $2^m,4$ de

Digitized by Google

largeur et $2^m,75$ de hauteur. Les roues à aubes ont $3^m,8$ de diamètre; les aubes $1^m,05$ de longueur et $0^m,6$ de hauteur.

Il va de New-York à Newburgh.

Le Richmont, construit en 1813, a $46^m,63$ de longueur, $8^m,53$ de largeur et $1^m,6$ de tirant d'eau. Le diamètre du cylindre est de $0^m,838$, et la course du piston de $1^m,32$. La chaudière a $6^m,3$ de longueur, $2^m,7$ de largeur et 3 mètres de hauteur. Les roues ont $4^m,6$ de diamètre; elles portent huit aubes de $1^m,2$ de longueur et de $0^m,6$ de hauteur.

La compagnie du Hudson a depuis ajouté à ses bateaux *le Chancellor Livingston*, dont les plans et la description sont déjà connus.

On estime le capital de cette compagnie à 3,310,000 francs; savoir:

Le Car of Neptune.....	1,068,000f
Le Paragon.....	
Le Richmont.....	
Le Fire Fly.....	
Le Chancellor Livingston.....	640,000.
Valeur du privilége exclusif.....	1,602,000.
Total.....	3,310,000.

On évalue la recette annuelle, déduction faite du droit perçu par le Gouvernement, à.....	774,000.
Mais les intéressés prétendent que les recettes nettes ne sont guère que le tiers des recettes brutes ou de.....	258,000.
Ce qui revient à peine à huit pour cent du capital, et, comme il faut renouveler tous les huit ans les bateaux, il devient nécessaire de prélever sur cette somme le huitième de la valeur du matériel; savoir.....	213,500.
Il ne restera pour bénéfice que.....	44,500.

c'est-à-dire, environ un et un tiers pour cent du capital : il est peu probable que, s'il en étoit ainsi, la compagnie attachât tant d'importance à son privilége, et qu'elle fût attaquée aussi vivement qu'elle l'est par les spéculateurs.

J'ai décrit *le Fulton* et *le Connecticut,* qui naviguent sur le canal ou détroit de l'île Longue; il me reste à parler des autres bateaux de la baie de New-York.

Le Swift n'a que vingt-cinq à trente mètres de longueur; mais, pour qu'il puisse justifier son nom (*le Rapide*), il a une machine plus forte à proportion que celles des autres bateaux, et une chaudière très-grande. L'introduction de la vapeur dépend du mouvement d'un tiroir

Digitized by Google

ou piston vertical analogue à celui qui est représenté dans la figure 39 (pl. VIII). Les roues à aubes ont huit rayons.

Ce bateau a été pendant quelque temps de New-York à Elizabethtown ; maintenant il est à Rio-Janeiro. On l'a mâté en brig, et l'on a démonté ses roues avant son départ de New-York.

Le Franklin va de New-York à Shrewsbury. On a conservé dans ce bateau l'usage d'un balancier au-dessus de la machine à vapeur; la tige du piston agit à un des bouts du balancier, et la bièle, qui fait tourner les roues à aubes, est suspendue à l'autre. L'entrée de la vapeur dans le cylindre est réglée par un tiroir vertical.

Les roues à aubes ont dix rayons; elles font dix-sept à dix-neuf tours par minute.

On a aussi conservé le balancier supérieur à bord de *l'Atalanta*, bateau qui va de New-York à Elizabethtown-Point. Le tiroir qui sert à régler l'introduction de la vapeur est horizontal. La figure 31 (pl. VII) donne une idée assez exacte du mécanisme. Il y a deux chaudières, une de chaque côté de la machine.

Les roues font dix-huit à vingt tours par minute.

Par l'effet du privilége exclusif que M. Fulton a obtenu dans l'état de New-York, aucun bateau à vapeur ne peut aller dans les ports de cet état sans payer une rétribution aux héritiers de M. Fulton : les bateaux des autres états qui ne veulent pas se soumettre à cette obligation ne sont point reçus à New-York. *La Bellona*, bateau de New-Brunswick (état du New-Jersey), qui est dans ce cas, s'arrête à l'île des États (*Staten island*). Ce bateau aborde en route *le Nautilus*, et en reçoit les voyageurs qui se rendent de New-York à New-Brunswick.

La longueur de *la Bellona* est d'environ vingt-huit mètres, dont seize mètres en arrière de l'arbre des roues, et douze en avant : sa largeur est d'environ 6^{m}, 25. Sa machine est disposée comme celle qui est représentée dans la figure 35 (pl. VII). Un tiroir tient lieu de soupape. Il y a une chaudière de chaque côté de la machine. Les roues ont huit rayons de 2^{m},15 environ de longueur.

Il existe encore à New-York quelques autres bateaux à vapeur, notamment des bateaux doubles, qui sont l'objet de l'article sur les

Digitized by Google

bateaux de passage. Mais je n'ai ici aucune observation importante à présenter sur ces bateaux.

3. *Des bateaux de Philadelphie.*

Deux villes aussi considérables que New-York et Philadelphie, éloignées seulement d'environ quatre-vingts milles (1), ne peuvent manquer d'avoir des relations fréquentes; aussi part-il chaque jour, de l'une de ces villes pour l'autre, plusieurs voitures publiques et plusieurs bateaux à vapeur.

Les voyageurs qui s'embarquent à New-York trouvent à l'île des États, à Amboy, à Elizabethtown, ou à New-Brunswick, des voitures qui, traversant le New-Jersey, les transportent à Bordenton, Bristol ou Trenton, où ils prennent les bateaux de Philadelphie. On ne fait par ce moyen que vingt à trente-cinq milles sur terre; mais les détours des rivières rendent cette route de vingt à trente-cinq milles plus longue que la route de poste.

Les bateaux à vapeur n'ont été établis sur la Delaware que plusieurs années après l'avoir été sur le Hudson, et cependant en 1813 on en comptoit déjà sept en activité et trois en armement; en 1820, il y en avoit au moins une douzaine.

J'ai parlé de *l'Ætna*, du *Delaware* et du *Baltimore*.

Le Pensylvania, qui fait les mêmes voyages que *l'Ætna*, a également une machine à haute pression; la chaudière paroît composée de quatre cylindres d'environ $7^{m},5$ de longueur, sous lesquels on fait le feu. Les roues tiennent lieu de volant; elles portent douze aubes et ont $5^{m},6$ de diamètre. La longueur de ce bateau est de trente-six à quarante mètres, la largeur de $6^{m},14$, et le tirant d'eau de $1^{m},22$. La varangue du maître couple a peu d'acculement, et les murailles sont presque à plomb. L'arrière est rond.

---

(1) La population de chacune de ces deux villes est de plus de cent mille ames. Depuis l'ouverture des dernières routes, leur distance n'est que de quatre-vingt-onze à quatre-vingt-douze milles géographiques anglais.

Digitized by Google

Le Philadelphia, qui remonte la Delaware jusqu'à Trenton, a les fonds plus plats encore que *le Pensylvania;* il a $42^m,75$ de longueur, $6^m,10$ de largeur et il tire $1^m,22$ d'eau. Les roues portent douze aubes de $0^m,5$ à $0^m,6$ de largeur; elles ont $5^m,20$ de diamètre. Leur arbre est à $18^m,20$ de l'avant, et à $24^m,55$ de l'arrière du bateau.

Deux autres bateaux, *le Willam Penn* et *le Bristol,* ne vont que jusqu'à Burlington et Bristol. Le dernier porte au-dessus de la machine un balancier qui transmet le mouvement du piston à la bièle qui agit sur le coude de l'arbre des roues.

Un second bateau du même nom, que j'ai vu en réparation, qui a six mètres de largeur, tire $1^m,22$ d'eau : c'est sur ce bateau que j'ai relevé les échantillons des bois qui sont rapportés dans le texte.

Le Superior et *la Vesta* font ordinairement les voyages de Wilmington, qui est au-dessous de Philadelphie. Le cylindre du *Superior* est horizontal.

Le Baltimore descend jusqu'à New-Castle, ainsi que *le Delaware*, duquel j'ai parlé dans le texte.

J'ai vu en outre un bateau neuf de six à sept mètres de largeur, dont les membres avoient $0^m,13$ d'équarrissage : ils étoient placés à $0^m,60$ l'un de l'autre, et les deux parties du couple étoient séparées par un intervalle de cinq centimètres.

Je n'ai aucune remarque importante à faire sur *la Manette*, très-petit bateau dont le cylindre est horizontal, ni sur les bateaux doubles employés au passage de la Delaware : les uns ont des machines à vapeur, les autres des manéges.

Les glaces ayant fait désarmer les bateaux à vapeur peu de jours après mon arrivée à Philadelphie, je n'ai eu qu'un petit nombre d'occasions de les observer.

4. *Des bateaux de Baltimore.*

Quoique New-York soit beaucoup plus peuplé que Baltimore, cette dernière ville ne laisse pas d'avoir aussi de nombreuses communications avec Philadelphie. Outre les voitures publiques qui sont régulièrement

Digitized by Google

employées entre ces deux villes, trois bateaux à vapeur sur la Chesapeake, et deux sur la Delaware, offrent, deux fois par jour, aux voyageurs le moyen de se rendre de Baltimore à Philadelphie.

La route à faire en voiture n'est que d'environ seize milles géographiques (quatorze milles marins).

En 1818, on évaluoit la dépense des voitures et des divers bateaux à plus de 1,400,000 francs.

Cinq bateaux à vapeur	640,000f	1,431,718f
Cinq sloops	107,000.	
Dix-huit voitures à quatre chevaux	20,000.	
Douze fourgons	10,000.	
Cent cinquante-neuf hommes, pendant trois cents jours, à 5 francs 34 centimes (1)	254,718.	
Cent cinquante chevaux	80,000.	
Combustible	160,000.	
Nourriture des chevaux	160,000.	
On compte sur trente mille voyageurs rapportant	960,000.	
On ajoute pour ceux qu'on prend en route	107,000.	
et pour les marchandises	213,000.	
TOTAL	1,280,000.	
A déduire pour le dépérissement du matériel et des chevaux	213,000.	
RESTE pour bénéfice		1,067,000.

Le bateau *les United-States*, dont j'ai déjà parlé, et le bateau *le Philadelphia*, vont de Baltimore à French-Town.

Le Philadelphia a quarante et un mètres de longueur.

Les roues ont seize rayons; leur diamètre est de $5^{m},6$. L'arbre qui les porte est placé à quatorze mètres de l'avant du bateau, et à vingt-sept de l'arrière. Le cylindre de la machine à vapeur a $0^{m},83$ de diamètre.

Le bateau *le New-Jersey*, qui va de Baltimore à Elkton, a environ trente-huit mètres de longueur, et $5^{m},88$ de largeur. L'arbre des roues

(1) Les voitures publiques vont rarement le dimanche.

Digitized by Google

est à dix-sept mètres de l'avant du bateau et à vingt et un de l'arrière. Les roues, qui ont $5^m,20$ de diamètre, portent dix aubes de $1^m,80$ de longueur sur $0^m,65$ de hauteur. Le mouvement du piston est transmis aux roues par le moyen d'un levier à-peu-près semblable à celui qui est représenté dans la figure 21 (pl. VI). Les roues sont chargées de contre-poids entre les rayons opposés au balancier.

La machine est du même genre que celle qui est représentée dans la figure 39 (pl. VIII), c'est-à-dire qu'un dem-cylindre, appliqué au cylindre à vapeur, renferme un piston, ou tiroir mobile, qui tient lieu de soupape. Il y a deux chaudières; une de chaque côté de la machine.

J'ai été cinq heures sur ce bateau pour aller de Baltimore à Elkton. Il parcouroit sa longueur en dix secondes environ : ce seroit $3^m,8$ par seconde; ce qui revient à près de $7^n,4$; mais je n'ai pu mesurer la vitesse du courant.

Les roues faisoient dix-huit tours par minute; ainsi l'arête intérieure des aubes avoit une vitesse de $3^m,68$ par seconde : il est probable que celle du bateau étoit sensiblement moindre.

L'Eagle, bateau qui paroissoit sans destination, a trente-quatre mètres de longueur, dont quatorze en avant de l'arbre qui porte les roues, et vingt en arrière. Sa largeur est de $5^m,88$. C'est le seul bateau auquel j'aie vu un soufflage en avant et en arrière des roues. Le balancier qui transmet aux roues à aubes le mouvement du piston, est analogue à celui du bateau *le New-Jersey*.

Un vieux bateau délabré, et dont la machine est enlevée, a quarante-deux mètres de longueur, dont quatorze en avant de l'axe des roues, et vingt-huit en arrière; sa largeur est de $6^m,32$; le creux sur le vaigrage, de $2^m,20$; il tiroit $1^m,3$ d'eau. La chaudière, réprésentée dans la figure 55 (pl. IX), paroît avoir appartenu à ce bateau, ainsi que deux roues de $5^m,30$ de diamètre, garnies de douze aubes de $0^m,95$ de longueur et de $0^m,55$ de hauteur, et une machine à vapeur de $0^m,74$ de diamètre, que j'ai vues sur les quais.

Quatre autres bateaux, qui appartiennent aussi au port de Baltimore, savoir, *le Maryland, la Surprise, le Virginia* et *le Norfolk*, ont été décrits précédemment.

Digitized by Google

5. *Des bateaux de Norfolk.*

Les bateaux à vapeur que j'ai vus à Norfolk sont au nombre de cinq.

Le Roanoke, qui a fait pendant quelque temps les voyages de Baltimore, venoit d'être vendu. Il ne s'étoit point trouvé d'acquéreur pour le mécanisme, qui est composé de deux machines anglaises de la force de trente chevaux chacune, agissant par le moyen de bièles et de balanciers, sur deux coudes d'un même arbre, qui sont placés à angle droit, l'un par rapport à l'autre.

Cette disposition, qui semble autoriser à diminuer les volans et promettre un mouvement plus uniforme, est souvent adoptée en Angleterre; elle l'est aussi quelquefois en France : mais je ne l'ai observée en Amérique que sur le bateau *le Roanoke*; et plusieurs personnes la croient désavantageuse. Aucune expérience comparative n'est venue à ma connoissance.

L'arbre à deux coudes porte une roue dentée qui engrène avec une autre roue tenant à l'arbre des roues à aubes. Il y a douze aubes.

Le Richmont a environ trente-cinq mètres de longueur; il est mis en mouvement par une machine de la force de trente-six chevaux. Les roues ont douze rayons; elles font quinze à seize tours par minute, et le bateau parcourt sa longueur en dix secondes environ; ainsi sa vîtesse est de $3^{m},5$ par seconde, ou de $6^{n},8$. La vîtesse du courant ne paroissoit pas très-considérable lorsque j'ai observé celle de ce bateau.

Le Powhatan a la même longueur que *le Richmont*. Les roues sont à $16^{m},5$ de l'avant et à $18^{m},5$ de l'arrière; il tire $1^{m},37$ d'eau. Sa machine à vapeur n'est que de la force de vingt-huit chevaux.

Le Petersbourg n'a rien de remarquable; ses roues à aubes ont douze rayons.

Le Sea-Horse est un petit bateau construit originairement pour avoir ses roues à l'arrière. On s'attendoit à trouver de grands avantages à cette disposition; on l'a bientôt abandonnée, et placé les roues sur les côtés, comme à l'ordinaire.

Digitized by Google

6. *Des bateaux des autres ports des États-Unis.*

J'ai décrit dans le texte le bateau *le Washington*, qui navigue sur le Potomac; j'ai aussi parlé du bateau double qui va de Georgetown à Alexandrie : quelques autres entreprises ont eu lieu à Washington et dans les environs, mais elles ont été abandonnées. Dans les états méridionaux, la population est trop foible, ou du moins n'a pas formé de groupes assez considérables sur la même rivière (je ne parle pas du Mississipi) pour que la navigation intérieure ait acquis une grande importance au midi de Norfolk. Il n'y a guère qu'à Charleston et à Savannah où l'on ait construit des bateaux à vapeur. L'un d'eux, appelé *l'Enterprise*, a été employé quelque temps soit sur l'Océan, de Savannah à Charleston, soit à remonter la rivière de Savannah jusqu'à Augusta. En septembre 1816, sa chaudière creva, quoiqu'il paroisse que la tension de la vapeur n'excédât la pression de l'atmosphère que d'environ un tiers de cette pression. Quelques personnes ont attribué cet événement à la foudre; mais celles qui s'intéressent au succès des bateaux à vapeur rejettent cette idée, qui pourroit donner de l'inquiétude aux voyageurs, et pensent que des défauts dans la chaudière ou dans la soupape de sûreté suffisent pour expliquer de semblables accidens, qui n'auront point lieu lorsqu'on emploiera des machines faites par des artistes expérimentés, et qu'on chargera des hommes prudens de les manœuvrer.

7. *Des bateaux à vapeur du bassin du Mississipi.*

Le bassin du Mississipi, qui occupe la partie occidentale des États-Unis, s'étend des bords mêmes des grands lacs du Canada aux sources des derniers affluens méridionaux de la rivière Rouge, et des sources du Missouri et de celles de la rivière des Arkansas aux monts Allegani et à la Nouvelle-Orléans.

Il comprend un pays généralement fertile, dont la superficie est au moins égale à six fois celle de la France.

Digitized by Google

A mesure que le Mississipi reçoit le tribut des nombreuses rivières de cet immense bassin, il devient sujet à des débordemens considérables dans la partie inférieure de son cours. Ses eaux, contenues ordinairement dans un canal dont la profondeur est d'environ quarante-cinq mètres, et la largeur de sept cents à huit cents mètres, s'élèvent, au mois de juin, quelquefois de six à sept mètres, et se répandent jusqu'à vingt, trente et quarante milles de distance sur les plaines qui sont à l'ouest. A l'embouchure de l'Ohio, les eaux ne s'élèvent que de trois ou quatre mètres.

En comparant les époques des crues à divers points du cours du Mississipi, on a trouvé que la vitesse de la masse des eaux est à peine de $0^{m},4$ par seconde ; mais celle du courant apparent est beaucoup plus considérable : on l'estime, terme moyen, à $1^{m},25$ par seconde (environ deux nœuds et demi). Dans quelques endroits elle est plus forte; néanmoins, dans les passages les plus rapides, il ne paroît pas qu'elle arrive à deux mètres par seconde, même dans les grandes eaux.

On ne peut guère songer à tirer à la cordelle le long d'un fleuve qui charie beaucoup de limon, et dont le niveau est variable. Les bords, à moins qu'ils ne soient escarpés, sont marécageux ou couverts de vase. C'est principalement à force de rames, et quelquefois par le moyen de cordes que l'on attache à des points fixes, qu'on parvient à remonter le Mississipi. Les bateliers, quoiqu'en grand nombre, et malgré leur attention à éviter le fort du courant, ne peuvent, sans un travail extrêmement pénible, avancer de plus de quatorze à quinze milles par jour.

Depuis long-temps on desiroit des moyens de remonter plus rapidement et plus économiquement ce fleuve : c'étoit même peut-être le but des principales recherches sur l'emploi des machines à vapeur dans la navigation; mais comme on croyoit autrefois que sa vitesse étoit d'environ trois nœuds et demi, on demandoit des bateaux qui en filassent cinq ou six. Les premiers bateaux étoient loin d'atteindre cette vitesse : ce ne fut qu'à la fin de 1810, et après avoir, en quelque sorte, acquis la certitude d'obtenir de l'état de la Louisiane un privilége exclusif, privilége qui fut effectivement accordé le 19 avril 1811, que

Digitized by Google

M. Fulton et ses associés, dans l'espérance d'être dédommagés des dépenses de cette nouvelle entreprise, se déterminèrent à construire à Pittsburg un bateau appelé *le New-Orleans*, qui descendit le Mississipi pendant l'hiver de 1811 à 1812.

Pendant que la France possédoit le Canada et la Louisiane, divers établissemens s'étoient formés sur les bords du Mississipi et à l'entrée des principales rivières qui s'y réunissent. Ce n'étoient guère que des lieux de dépôt pour les marchands qui trafiquoient avec les sauvages; leur éloignement, la rareté et la difficulté des communications s'opposoient à ce qu'ils prissent de rapides accroissemens. A mesure que la population des États-Unis s'est avancée vers l'intérieur, et sur-tout après l'introduction des bateaux à vapeur, les relations sont devenues plus fréquentes et plus faciles, et tous les jours on voit s'établir de nouvelles colonies.

L'Ohio, formé du Monongahela et de l'Allegani, dont les rameaux arrosent la partie occidentale de la Pensylvanie et des états voisins, est la première rivière qui se soit présentée aux colons qui venoient des côtes de l'Océan. Ils ont trouvé sur ses bords un sol fertile, des collines couvertes de bois, des couches de charbon d'un mètre d'épaisseur et d'une grande étendue, à cent mètres au-dessus de la rivière; des mines de fer abondantes, et des sources d'eau salée. Ils ont su tirer parti de ces richesses naturelles, et, en moins de trente ans, rendre Pittsburg et ses environs un des grands foyers de l'industrie américaine.

Non-seulement cette contrée fournit à la partie occidentale des États-Unis les produits de son industrie, mais, moins éloignée de l'Océan qu'aucun autre point du bassin du Mississipi, et à proximité du lac Érié, elle a été pendant plusieurs années le principal entrepôt et le centre de distribution des objets introduits par le commerce maritime.

Les bateaux à vapeur, en rapprochant, pour ainsi dire, l'embouchure du Mississipi de sa source, ont rendu à la Nouvelle-Orléans une partie de ce commerce. Mais la vallée de l'Ohio ne sauroit perdre les avantages de sa position : les canaux qu'on exécute pour joindre le Hudson aux lacs du Canada, ceux qu'on se propose d'établir entre ces lacs et les affluens de l'Ohio, donneront à ce pays de nouveaux et de

Digitized by Google

plus puissans moyens de prospérité. Déjà New-York et Philadelphie ont commencé à reprendre une partie de leurs relations, en expédiant directement des bateaux à vapeur par l'Océan et le Mississipi ; ils peuvent soutenir la concurrence avec la Nouvelle-Orléans et faire parvenir leurs marchandises à raison de 35 à 40 centimes par kilogramme. On ne payoit pas auparavant moins de 60 à 70 centimes pour remonter le Mississipi par les bateaux ordinaires, ou pour le simple transport par fourgons à travers la Pensylvanie.

La vîtesse de l'Ohio n'est pas aussi grande que celle du Mississipi : on ne l'estime ordinairement qu'à $0^{m},8$ par seconde, et l'on ne pense pas qu'elle aille jamais à plus de $1^{m},5$. La navigation de cette rivière, durant les basses eaux, est dangereuse, ou même interrompue par des chutes qui occupent environ deux milles, de Louisville à Shipping-Port ; mais, dans les grandes eaux, qui s'élèvent parfois de dix-neuf mètres, des bâtimens de deux cents et trois cents tonneaux, construits à Pittsburg, descendent aisément à la Nouvelle-Orléans. On se propose de faire un canal le long des chutes, pour en éviter le passage lorsque les eaux sont basses.

Le Missouri et les autres branches principales du Mississipi, plus éloignées que l'Ohio des grandes masses de la population, n'ont pas vu s'établir sur leurs bords d'aussi nombreuses colonies. Cependant le commerce des pelleteries, les mines de plomb de Sainte-Geneviève, les puits d'eau salée, et la facilité de se procurer, à des prix modérés, les objets nécessaires à la vie, ont déterminé un assez grand nombre de personnes à se fixer vers l'embouchure du Missouri. Les établissemens s'étendent aujourd'hui jusqu'au fort Osage, à environ deux cents milles de Saint-Louis ; et en 1820, un acte du Congrès a admis au rang des états de l'Union le territoire qui environne la partie inférieure de cette rivière. A mesure que la population se portera dans le nord, cet état, ainsi que l'Illinois, l'Indiana et l'Ohio acquerront de grands avantages par l'ouverture de canaux entre les rivières de ces trois derniers états et les grands lacs du Canada.

Une communication non moins importante seroit celle des États-Unis et de l'océan Pacifique, par le Missouri et la Columbia. Le

Digitized by Google

chemin par terre ne seroit pas de six cents milles : depuis quelques années on s'est occupé d'explorer le pays. Une expédition, partie en 1819, sous les ordres du colonel Alkinson, devait aller s'établir à l'embouchure de la rivière Jaune, à environ seize cents milles de l'entrée du Missouri. Outre un petit bateau à vapeur (*le Western Engineer*), armé par le gouvernement, elle avoit à sa suite plusieurs bateaux de rivières, auxquels on avoit adapté des roues à aubes (1), et cinq grands bateaux à vapeur, *l'Independence*, *l'Expedition*, *le Jefferson*, *le Johnson* et *le Calhoun*, appartenant au colonel Johnson, entrepreneur des transports, et tirant tous plus de $1^{m},80$ d'eau. *Le Calhoun* n'a pu remonter, et dès les premiers jours a été renvoyé sur le Mississipi.

On rencontre dans le Mississipi un grand nombre d'arbres, les uns entraînés par le courant, les autres échoués près des bords.

Ces arbres, que le limon, dont les eaux sont chargées, empêche souvent d'apercevoir, occasionnent de fréquens accidens, sur-tout lorsqu'on voyage pendant la nuit.

Dans l'intention de rendre la navigation plus sûre, quelques personnes ont placé les roues derrière le bateau, et fait dans la cale, à l'avant, un compartiment dans lequel l'eau seroit retenue s'il arrivoit que la proue fût crevée.

J'ai dit que c'étoit en 1812 qu'on avoit vu pour la première fois un bateau à vapeur à la Nouvelle-Orléans; on n'en comptoit encore que trois au commencement de 1816 : deux ans plus tard il y en avoit vingt. En 1819 le nombre montoit à trente-trois, et en 1820, à soixante-dix.

Je n'ai pu recueillir sur ces bateaux que des notes très-incomplètes, n'ayant point été dans l'intérieur du pays; je donnerai la liste des principaux, à la suite de quelques renseignemens sur quatre bateaux construits dans les ports de l'Océan et destinés pour la Nouvelle-Orléans.

---

(1) On trouvoit les roues à aubes préférables aux rames. Leur avantage paroît avoir également été reconnu sur la Loire où les transports accélérés se font avec des bateaux ou chaloupes munis de roues à aubes.

Digitized by Google

Le Maid of Orleans.

Ce bateau, lancé en septembre 1818 à Philadelphie, navigue aujourd'hui sur le Mississipi.

Le Manhattan.

Ce bateau, d'environ quatre cent cinquante tonneaux, construit à New-York en 1819, a environ quarante-cinq mètres de longueur et dix mètres de largeur. Les roues ont $5^{m},75$ de diamètre; les aubes ont $0^{m},40$ de largeur; elles sont à coulisse dans les rayons, afin de pouvoir être éloignées de l'axe quand le bateau est lége.

Le Manhattan est gréé en goëlette; il y a un rouffe sur le pont pour les passagers : la partie de la cale qui n'est pas occupée par le mécanisme et la chaudière est destinée au combustible et aux marchandises. Ce bateau a chargé à New-York pour Shawneetown et Louisville, à raison de 350 francs par tonneau.

Lorsqu'il partit de New-York (le 3 novembre) les roues faisoient treize à quatorze tours par minute, et il parcouroit sa longueur en seize secondes par l'effet réuni des voiles et de la machine à vapeur. Sa vîtesse étoit ainsi d'environ $2^{m},81$ par seconde, ou de cinq nœuds et demi. Il a remonté en trente jours de la Nouvelle-Orléans à Shawneetown, où il est arrivé le 16 février 1820. La distance est de onze cents milles américains, ou de neuf cent cinquante-six milles marins. C'est environ trente-deux milles par jour.

Le Feliciana.

Ce bateau, construit en 1820 à Philadelphie, a été obligé de relâcher à la Havane le 25 décembre 1820, ayant rompu son mât de misaine et crevé sa chaudière en se rendant à la Nouvelle-Orléans. Le mécanicien mourut de ses brûlures quatre heures après l'accident.

Digitized by Google

Le Robert Fulton.

Une compagnie, qui a obtenu de l'état de la Louisiane un privilége exclusif, se propose d'établir un service réglé de bateaux à vapeur entre New-York et la Nouvelle-Orléans. *Le Robert Fulton*, qu'elle a fait construire à New-York par M. Eckford, a été lancé en mai 1819; il est parti le 25 avril 1820, et s'est rendu en sept jours à la Havane.

La route de la Havane à New-York, quand on évite le plus possible le courant du golfe du Mexique, est d'environ treize cents milles. *Le Robert Fulton* auroit donc fait sept milles trois quarts par heure, en tirant probablement parti de ses voiles et des contre-courans qui règnent le long de la côte.

Ce bateau est, dit-on, de sept cent cinquante tonneaux. C'est le plus grand qui ait jamais été construit : sa longueur est de $48^{m},16$; sa largeur est de $10^{m},06$; son tirant d'eau de $3^{m},05$. Il est doublé en cuivre et exécuté avec beaucoup de soin; le mécanisme est encaissé par des cloisons calfatées et garnies de plomb, qui permettent de l'inonder en cas d'incendie, et garantissent les passagers des inconvéniens d'une explosion.

Il est gréé en lougre.

La machine est établie sur trois fortes carlingues. Le grand cylindre a $1^{m},93$ de hauteur, $1^{m},13$ de diamètre intérieur. L'épaisseur du métal est de $0^{m},02$ Le condenseur a $0^{m},97$ de hauteur et $1^{m},13$ de diamètre. La course du piston est de $1^{m},52$. Le diamètre intérieur des boîtes à soupapes est de $0^{m},38$: celui des tuyaux de communication entre les boîtes est de $0,^{m}23$. Le mécanisme diffère peu de celui du bateau *le Chancellor Livingston* représenté dans la planche V (*fig. 18*); la tige du piston porte un fléau qui glisse le long de deux conducteurs, et aux deux extrémités duquel sont suspendues des bièles qui font tourner les roues à aubes.

Chaque bièle agit sur un bouton tenant à une roue de $1^{m},88$ de

Digitized by Google

diamètre (1) fixée à l'arbre des roues à aubes. Cette roue a soixante-douze dents et engrène avec une autre roue de $0^m,92$ de diamètre placée sur l'arbre des volants. Celle-ci a trente-six dents.

Chaque volant a $3^m,65$ de diamètre ; le limbe a $0^m,15$ de largeur ; les rayons, au nombre de huit, ont $0^m,18$ de largeur.

Les roues à aubes ont environ $5^m,50$ de diamètre ; elles portent dix aubes de près de deux mètres de longueur. L'arbre des roues a $0^m,20$ en carré.

La chaudière, représentée dans les figures 44, 45 et 46 (pl. IX), a $9^m,4$ de longueur, $3^m,9$ de largeur et $2^m,7$ de hauteur ; elle est enveloppée d'une couche assez épaisse de matières propres à empêcher la chaleur de l'eau de se perdre.

Cette belle machine a été exécutée par M. Allaire.

Liste des principaux bateaux à vapeur qui naviguent sur le Mississipi et les rivières qui se jettent dans ce fleuve.

(Les bateaux dont le nom est précédé d'un * existoient encore en 1820. Ceux dont le nom est suivi du même signe sont certainement détruits).

OBSERVATIONS.

LE NEW-ORLEANS*.....	Ce bateau, lancé à Pittsburg en mars 1811, descendit en janvier 1812 à la Nouvelle-Orléans. C'est le premier qui ait navigué sur le Mississipi. Il occasionna une réduction de vingt-cinq pour cent sur les frais de transport à Natchès. Il s'est perdu en 1814. Il avoit quarante-deux mètres de quille.

(1) Non compris les dents qui ont $0^m,04$ de saillie.

Digitized by Google

OBSERVATIONS.

Le Vesuvius*.....

Lancé à Pittsburg en décembre 1813; il en partit le 22 avril 1814 pour se rendre à la Nouvelle-Orléans.

	heures, min.		DISTANCE en milles.	MILLES par heure.
Il descendit de Pittsburg à Cincinnati en.....	40	"	367.	9,175.
De Cincinnati à Louisville en.	27	25.	113.	4,12.
De Louisville à Shipping-Port en.....	"	5.	2.	24,00.
De Shipping-Port à Natchès en.	125	30.	920.	7,33.
De Natchès à la Nouvelle-Orléans en.....	33	"	280.	8,48.
TOTAL de Pittsburg à la Nouvelle-Orléans.....	227	(1)	1682.	7,41.

On dit qu'il remontoit en une demi-heure les chutes de l'Ohio, de Shipping-Port à Louisville, qui ont environ deux milles de longueur.

Ce bateau avoit quarante-deux mètres de longueur (quarante-huit selon d'autres), 8m,5 de largeur, 1m,5 à 1m,8 de tirant d'eau. Il a été brûlé en juillet 1816 à la Nouvelle-Orléans.

*** L'Ætna.....**

Construit en 1814. En 1816, il a descendu en treize jours des chutes de l'Ohio à la Nouvelle-Orléans, faisant ainsi quatre-vingt-douze milles quatre treiziémes par jour. D'autres bateaux ont fait ce trajet en neuf jours, dont sept seulement en route.

Le 6 juin 1817, il partit de la Nouvelle-Orléans et arriva le 14 juillet à Louisville, mettant ainsi trente-huit jours à remonter douze cent deux milles (Il a dû s'arrêter plusieurs fois). Il est de trois cent soixante tonneaux (2).

---

(1) Il y a évidemment quelques erreurs dans les nombres rapportés ici. La durée totale du voyage n'est pas égale à la somme des temps employés pour les diverses parties de la route, et le nombre de milles parcourus dans une heure offre des différences trop considérables. Si l'on réunit les trois premiers articles, on trouve que le bateau a fait quatre cent quatre-vingt-deux milles en soixante-sept heures trente minutes, ou 7,14 milles par heure, ce qui s'accorde assez bien avec les deux derniers.

(2) Le tonnage des bateaux à vapeur est beaucoup plus grand que leur capacité réelle.

Digitized by Google

OBSERVATIONS.

L'ENTERPRISE DE BRIDGE-PORT.....	Ce bateau, construit à Pittsburg ou à Bridge-Port, a, dit-on, remonté trois milles sur le Monongahela en une heure, et descendu le même espace en dix minutes, ce qui n'est nullement probable. Ce bateau, ou plutôt un autre du même nom, a 24^{m},38 de longueur, 9^{m},14 de largeur, 3^{m},66 de creux dans la calle, et est mis en mouvement par une machine de la force de vingt-quatre chevaux. Bateau de quarante-cinq tonneaux détruit.
* LE BUFFALO.....	Dans l'intention de réduire à 0^{m},75 le tirant d'eau de ce bateau, construit à Pittsburg, on l'a fait d'une largeur démesurée. Il est de deux cent quarante-neuf tonneaux.
Le NEW-ORLEANS.....	Construit en 1816 à la Nouvelle-Orléans, pour remplacer le bateau du même nom qui s'étoit perdu en 1814.
* LE VESUVIUS.....	Construit à la Nouvelle-Orléans au commencement de 1817, en remplacement de celui qui avoit brûlé quelques mois auparavant.
* LE WASHINGTON DE WHEELING.....	Bateau de quarante-cinq mètres de longueur et de quatre cents tonneaux, portant une machine de la force de cent chevaux qu'on dit ne peser que quatre mille cinq cents kilogrammes. On assure qu'il fait en descendant dix milles et demi par heure.
* L'OLIVER EVANS, appelé depuis LA CONSTITUTION.	Bateau de cent douze tonneaux, lancé à Pittsburg en octobre 1816. Il a trente-sept mètres de longueur: sa chaudière a crevé près de Francisville sur le Mississipi; onze personnes ont péri. Les partisans des machines à haute pression disent que c'est le seul exemple d'accident arrivé en Amérique à des machines de ce genre, et que la chaudière n'étoit point construite d'après les principes de M. Olivier Evans.
LE FRANKLIN *.....	Arrivé à Kaskaskia, le 10 août 1818, venant en dix-huit jours de la Nouvelle-Orléans. C'est cinquante-deux milles et demi par jour; il a coulé en mars 1819, au-dessous de Sainte-Geneviève. Bateau de cent trente-un tonneaux.
* LE JAMES ROSS.....	A été de la Nouvelle-Orléans à Louisville en quatorze jours; il a ainsi fait en remontant près de quatre-vingt-six milles par jour. Bateau d'environ trois cents tonneaux.

Digitized by Google

OBSERVATIONS.

La Surprise.....	A remonté de la Nouvelle-Orléans à Natchès (deux cent quatre-vingts milles) en quatre jours, et à Pittsburg en trente-quatre; la distance de Pittsburg étant de seize cent quatre-vingt-deux milles, cela revient à près de cinquante milles par jour. On dit que ce bateau fait près de huit milles par heure.
Le Hecla.....	A été de la Nouvelle-Orléans à Natchès en cinq jours. Bateau de soixante-dix tonneaux.
* Le Car of Commerce.	Est arrivé, le 21 mars 1820, à Cincinnati, ayant mis quatorze jours six heures à remonter de la Nouvelle-Orléans (Il y a treize cent quinze milles). Il avoit fait son voyage en trente-huit jours.
L'Orleans*.....	A été crevé par un arbre, et a coulé en décembre 1818: c'étoit un bateau de trois cent vingt-quatre tonneaux.
* Le Général Robertson de Nashville.....	A descendu de Cincinnati à Louisville en quinze heures; la distance est de cent treize milles. Comme le courant de l'Ohio fait à-peu-près vingt-six milles en quinze heures, la vitesse propre du bateau a été d'environ six milles par heure.
* Le Colombus.....	En allant de la Nouvelle-Orléans à Shipping-Port, il a été crevé par un arbre, mais il n'a pas coulé : un compartiment préparé par précaution à l'avant a été seul rempli.

* L'Ohio.....	de trois cent soixante-quatre tonneaux.
* Le Louisiana.....	de cent deux tonneaux.
* Le Kentucky.....	de cent douze tonneaux.
* Le Cincinnati.....	de cent cinquante-sept tonneaux.
* Le Napoléon.....	de trois cent quinze tonneaux.
* Le General Jackson..	de cent quarante-deux tonneaux.
* Le Governor Shelby..	de cent six tonneaux.
* Le Georges Madison..	de cent trente-huit tonneaux.
* Le Harriet.....	de cent cinquante-quatre tonneaux.
* La Vesta.....	de deux cent trois tonneaux.
* L'Alabama.....	de deux cents tonneaux.
* Le Francfort.....	de trois cents tonneaux.

Digitized by Google

OBSERVATIONS.

* Le Maysville.....	de cent cinquante tonneaux.
* Le Saint-Louis.....	de deux cents tonneaux.
* Le Tamerlane.....	de trois cents tonneaux.
* Le Henderson.....	de quatre-vingt-cinq tonneaux.
* Le Johnston.....	de quatre-vingts tonneaux.
* Le Rifle Man.....	de deux cent cinquante tonneaux.
* Le Paragon.....	de quatre cents tonneaux.
* L'Exchange.....	de deux cents tonneaux.
* L'Eagle.....	de soixante-dix tonneaux.
* Le Tennesee.....	
* Le Mississipi.....	
* Le Ramapo.....	
* Le Beaver.....	
* Le Mobile.....	
* Le Teche.....	
* Le Fayette.....	
* Le General Clark....	
* Le General Harrison.	
* Le Vulcan.....	
* Le Heclite.....	
* Le Yankee.....	Sa chaudière a crevé en 1821.
* Le Post Boy.....	
* La Comet.....	de quinze tonneaux.
Le Cedar Branch.....	de trois cent cinquante tonneaux.
L'Experiment.....	de quarante tonneaux.
L'Independence.....	de trois cents tonneaux.
Le Rising-States.....	de cent cinquante tonneaux.
Le Tensa.....	Lancé en mai 1819.
Le Dispatch.....	de vingt-cinq tonneaux, détruit.
Le Newport.....	coulé sur la rivière Rouge.
Le James Monroe.....	de quatre-vingt-dix tonneaux, coulé et puis relevé.
Le General Pike.....	de deux cent cinquante tonneaux, coulé.
* Le Volcano.....	Sa chaudière a crevé en mars 1820, près Francisville, pendant qu'il remontoit le Mississipi. Trois personnes ont péri, une quatrième a été blessée. Bateau de deux cent cinquante tonneaux.
Le Perseverence *.....	Brisé près de Madison, le 8 février 1820.
Un bateau de Wheeling...	A crévé sa chaudière à Marietta, le 5 juin 1816.

Y *.

Digitized by Google

Il manque à cette liste environ une douzaine de bateaux dont je n'ai point les noms, et il faut y ajouter les six qui font partie de l'expédition sur le Missouri, et les quatre qui ont été construits dans les ports de l'Océan.

Il y a un grand nombre de bateaux en construction.

Je terminerai cette note en faisant remarquer qu'il y a aussi sur les lacs plusieurs bateaux à vapeur, notamment un sur le lac George ou du Saint-Sacrement, qui a brûlé ras l'eau en 1819. *Le Phénix*, sur le lac Champlain, qui a brûlé le 5 septembre 1819, et à bord duquel huit personnes ont péri. *L'Ontario*, qui porte près de deux cents tonneaux de marchandises. *Le Walk in the Water*, sur le lac Érié. Six ou huit sur le fleuve Saint-Laurent, parmi lesquels *le Car of Neptune*, de trois cent cinquante tonneaux.

Les bateaux à vapeur de New-York vont jusqu'à Albany, de cette ville à White-Hall, sur la rivière d'Orange (*Wood Creek*); il y a soixante milles. De White-Hall à Saint-Jean on voyage pendant cent trente milles sur un des bateaux à vapeur du lac Champlain. Ensuite, en faisant vingt-cinq milles par terre et sept sur un bateau à manége, on arrive à Montréal, d'où l'on peut se rendre à Québec, à cent soixante milles de là, sur des bateaux à vapeur.

Digitized by Google

NOTE SECONDE

Sur les distances.

On compte ordinairement de New-York à Albany cent soixante milles géographiques, ou cent trente-neuf milles marins. M. Fulton, en calculant la vitesse de son premier bateau à vapeur, n'a compté que sur cent dix de New-York à Clermont, et quarante de Clermont à Albany. Ces distances paroissent devoir être réduites à quatre-vingt-cinq et à trente-cinq milles marins.

En effet la latitude de New-York est de.....	40°	42'	42"
Celle de Clermont de.....	42°	4'	39"
Celle d'Albany de.....	42°	38'	39"

	de NEW-YORK à CLERMONT.	de CLERMONT à ALBANY.
Ce qui donne pour la différence.....	82'	34'
et comme *le Hudson* court à-peu-près nord et sud, et presque en ligne droite, on ajoutera un trentième pour les détours, ce qui suppose une obliquité moyenne de quatorze à quinze degrés.....	3'	1'
Il viendra pour les distances approximatives.....	85 milles.	35 milles.
et pour la distance totale de New-York à Albany.....	120 milles marins.	

Quelques personnes comptent deux cent dix et deux cent dix-huit milles ordinaires de Baltimore à Norfolk; d'autres, plus raisonnables, n'en comptent que cent quatre-vingts, qui correspondent à 156,4 milles marins.

D'après les cartes de M. Blunt et la carte du Patapsco, publiée depuis peu de temps, la

Digitized by Google

latitude de Baltimore au point d'où partent les bateaux est de.....	39°	16′	53″
Celle de Norfolk est de.....	36°	55′	»
La différence est de.....	2°	21′	53″

qui répondent en milles marins à environ.....	141,9.
à quoi il faut ajouter pour les détours du Patapsco.....	4,6.
Pour l'obliquité de la Chesapeake, supposée terme moyen de quinze à seize degrés sur cent vingt-huit de différence en latitude de la pointe sud du débouché du Patapsco (Bodkin-Point) au phare d'Old-Point-Comfort.	5.
Pour les détours de l'entrée de Norfolk sur cinq minutes de différence en latitude.....	5.
TOTAL de Baltimore à Norfolk.....	156,5.
Cette distance se compose partiellement de Baltimore à Bodkin-Point.	13,5.
De Bodkin-Point à Old-Point-Comfort-Light.....	133.
D'Old-Point-Comfort à Norfolk.....	10.

On estime à près de soixante-dix milles du pays, ou à environ soixante milles marins, la distance de Baltimore à French-Town. Le temps employé par le bateau *les United-States* à parcourir cette distance, sembleroit indiquer qu'elle n'est que de quarante-cinq milles marins.

	milles marins.
Et en effet, la nouvelle carte du Patapsco place North-Point, débouché de cette rivière, à une distance de Baltimore de.....	9,8.
D'après la carte de la Chesapeake de M. Blunt, il y a de North-Point à Turkey-Point, entrée de l'Elk.....	25,5.
Selon M. Morse (*article Elk-Town in the American Gazetteer*), de Turkey-Point à French-Town, on compte douze milles du pays (et il y a probablement moins), qui reviennent à.....	10,4.
TOTAL de Baltimore à French-Town.....	45,7.

Digitized by Google

NOTE TROISIÈME

Sur les bateaux à vapeur anglais.

Quoique ce mémoire soit principalement destiné à exposer le résultat de mes recherches sur la navigation par la vapeur en Amérique, pour qu'il présente plus d'intérêt, je rapporterai dans cette note divers renseignemens sur les bateaux à vapeur construits en Angleterre, où ce genre de navigation a pris depuis quelques années un très-grand développement.

La première idée d'appliquer les machines à vapeur à la navigation appartient, selon les Anglais, à M. Hulls, qui obtint, en 1736, un brevet d'invention pour un bateau remorqueur; mais son projet paroît être resté sans exécution, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, et entièrement oublié jusqu'en 1815, où les ouvrages périodiques en ont fait mention.

On assure ensuite que M. Clarke a fait usage à Leith, en 1791, d'une machine à vapeur pour mettre un bateau en mouvement, et qu'un bateau remorqueur a été essayé peu après, à Glascow, sur le Clyde.

M. Symington a construit en 1801, sur le canal de Forth et Clyde, un nouveau bateau à vapeur qui a été bientôt abandonné.

En 1812, M. Wood, de port Glascow, à construit, pour MM. Bell et Thomson, *la Comet* et *l'Elisabeth*, qui ont navigué sur le Clyde. Ce sont les premiers bateaux à vapeur qui aient réussi dans la Grande-Bretagne. Depuis cette époque le nombre des bateaux de ce genre s'y est considérablement accru, ainsi qu'on peut le voir par la liste suivante, quoiqu'elle ne soit pas tout-à-fait complète.

Digitized by Google

ÉPOQUE de la construction.	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux (1).	FORCE des machines.	LIEUX où les bateaux ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
1812.	COMET.....	25.	4.	De Glascow à Helensburg-Baths.	Lancé le 24 juillet. Longueur 13m,5; largeur 3m,5.
	ELISABETH.....	40.	9.	Sur le Clyde, ensuite sur le Mersey.	Lancé le 20 novembre. Longueur 17m,9; largeur 3m,7.
1813.	CLYDE.....	69.	14.	De Glascow à Greenock..	Lancé le 6 février. Longueur 21m,3; largeur 4m,3.
	MARGERY.....	70.	14.	Sur le Clyde; de Leith à Londres; sur la Seine.	Longueur vingt et un mètres; largeur 4m,6; tirant d'eau 1m,2; roues de 2m,66 de diamètre; aubes de 1m,7 sur 0m,190; piston de 0m,56 s'élevant quarante-cinq fois par minute.
	GLASCOW.....	74.	16.	Sur le Clyde; sur la Tamise en 1815.	Lancé le 24 septembre. Longueur vingt-deux mètres; largeur 4m,6.
	DUKE OF ARGYLE *ou* THAMES.	0	14.	De Glascow à Greenock.. De Londres à Margate....	Longueur vingt-quatre mètres; largeur 6m,85 (2); roues de 2m,73; huit aubes de 1m,20 sur 0m,5; piston de 0m,56, s'élevant quarante-cinq fois par minute; course de 0m,60 (3); longueur 27m,9; largeur 4m,27; roues de 3m,35; aubes de 1m,07. Ce bateau a été de Dublin à Londres (4). Il a coûté 32,500 francs; la machine a coûté 30,000 francs, dont 3,375 pour la chaudière.
	.....	28.	4.	De Bristol à Bath.....	
	ORWELL.....	60.	12.	D'Ipswich à Harwich.....	Deux machines horizontales de six chevaux.
	.....	20.	3.	De Norwich à Yarmouth..	Machine à haute pression.
	PRINCE OF ORANGE.	40.	8.	De Glascow à Gourock...	Deux machines de quatre chevaux.
1814.	STIRLING CASTLE..	60.	12.	D'Inverness au fort Augustus	
	LADY OF THE LAKE	76.	20.	De Leith à Stirling..... Hambourg. Cuxaven.....	
	MORNING STAR....	100.	26.	De Leith à Alloa.....	

(1) Le tonnage rapporté dans cette colonne n'exprime point le port effectif des bateaux qui est ordinairement beaucoup moindre. C'est un résultat conventionnel, déduit du produit des dimensions principales, qui donne une idée de la grandeur des bateaux.

(2) *The Margate steam yacht Guide*, par R.-B. Watts.

(3) *A Practical treatise on propelling vessels by steam*, par Roberson Buchanan, *pag. 10, 23, 24, 28, 34, 63, 167, 173.*

(4) *Bibliothèque britannique*, tom. LX. Septembre 1815.

Digitized by Google

ÉPOQUE de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX où les bateaux ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
1814.	.....	20.	3.	De Norwich à Yarmouth..	Machine à haute pression.
	PHŒNIX.....	25.	4.	*Idem*.....	*Idem*. La chaudière a crevé en 1816; elle avoit 2m,44 de longueur et 1m,27 de diamètre.
	EAGLE.....	40.	6.	Sur la Seine en 1815.....	Bateau double.
	RICHMONT.....	60.	10.	De Londres à Richmont..	Le bateau a coûté 10,000 francs, la machine 25,000 francs.
	PERSEVERENCE....	60.	14.	De New-Castle à Shields..	
1815.	CALEDONIA.....	102.	32.	Sur le Clyde en 1815; sur la Tamise en 1816.	Deux machines de seize chevaux. Lancé le 27 avril. Longueur vingt-neuf mètres; largeur 4m,6; tirant d'eau 1m,37. On dit qu'il fait huit milles par heure.
			28.	Sur le Rhin en 1817; à Copenhague en 1818.	Deux machines de quarante chevaux.
	ARGYLE.....	88.	32.	De Glascow à Inverary....	Deux machines. Lancé le 10 juillet. Longueur vingt-quatre mètres, largeur 4m,7.
	OSCAR.....	70.	12.	De Glascow à Greenock...	Longueur 23m,2; largeur 4m,23.
	SWIFT.....	12.	3.	De New-Castle à Shields..	
	HOPE.....	45.	6.	De Chatam à Sheernes...	Deux machines de trois chevaux.
1816.	REGENT.....	112.	24.	De Londres à Margate.....	Deux machines. Brûlé en 1817.
	MAJESTIC.....	90.	24.	De Londres à Margate et à South-End.	Longueur 27m,4. Le bateau a coûté 30,000 fr., et la machine 30,000 fr.
	CONGO.....	100.	20.	Au Congo.....	
	CALEDONIA.....	80.	12.	De Selby à Hull.....	
	NEPTUNE.....	88.	40.	De Glascow à Inverary....	Lancé le 2 février. Longueur 23m,71; largeur 4m,7. Deux machines.
	SIR WILLIAM WALLACE.	95.	32.	De New-Haven à Kling-Horn.	Lancé le 3 février. Longueur 24m,4; largeur 4m,9. Deux machines.
	ALBION.....	92.	22.	De Largs à Glascow.....	Lancé le 15 mars. Longueur vingt-cinq mètres; largeur 4m,7.
	ÆTNA.....	75.	20.	Sur le Mersey, à Liverpool.	Bateau de passage double.
	EAGLE.....	70.	20.	De New-Castle à Shields..	

Digitized by Google

Époques de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX où les bateaux ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
	TUG	95.	32.	Remorqueur de Leith à Stirling.	Lancé le 11 mai. Longueur 22m,25; largeur 5m,2. Deux machines.
	DEFIANCE	51.	14.	De Glascow à Loch-Gilphead.	Lancé le 22 mars. Longueur 17m,7; largeur 4m,25.
	MARION	70.	14.	A Loch-Lomond	
	JOHN BULL	75.	15.	De Gainsborough à Hull	
1817.	HUMBERG	80.	12.	*Idem.*	
	BRITANNIA	70.	15.	De Londres à South-End	
	LONDON	70.	14.	De Londres à Richmont	
	SONS OF COMMERCE	80.	20.	De Londres à Gravesend	
	ENTERPRISE	30	5.	De New-Castle à Shields.	
	GREENOCK	70.	12.	De Glascow à Helensburg.	Longueur 23m,2; largeur 4m,25.
	ROB ROY, maintenant LE HENRI IV.	100.	30.	De Glascow à Belfast De Calais à Douvres	Longueur 24m,3; largeur 4m,3; tirant d'eau 1m,7; roues de 3m,2 faisant vingt-huit à trente tours par minute; dix aubes de 1m,30 sur 0m,45; piston de 0m,76; course 0m,82; vitesse du bateau, sept à huit nœuds.
	LADY OF THE SHANON.	90.	20.		
	MARQUIS OF BUTE	59.	14.	De Glascow à Gourock	Lancé le 15 avril. Longueur 19m,8; largeur 4m,25.
	LONDON ENGINEER.	315.	70.	De Londres à Margate	Deux machines. On brûle un sonneau de charbon en trois heures.
	RISING STAR	400.	70.	A l'Amérique méridionale	Deux machines.
1818.	FAVOURITE	160.	40.	De Londres à Margate	Longueur 28m,6; largeur 5m,3. Deux machines de la force de vingt à vingt-quatre chevaux.
	VICTORY	160.	40.	*Idem*	Longueur 30m,5; largeur totale 5m,15; roues faisant trente tours; aubes de 1m,7 sur 0m,45; vitesse avec la marée neuf nœuds. Deux machines de vingt à vingt cinq chevaux.
	BRITISH QUEEN	75.	20.	De Gainsborough à Hull	
	ALBION	75.	24.	*Idem.*	
	COBOURG	75.	24.	De Southampton à Cowes	
	SELBY	80.	24.	De Hull à Barton	
	SPEED WELL	40.	10.	De New-Castle à Shields	

Digitized by Google

ÉPOQUE de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX OÙ LES BATEAUX ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
	ROBERT BRUCE...	190.	60.	Liverpool. Ile de Man. Greenock.	Deux machines. Il a brûlé en 1821 sur la côte d'Angleterre. Il consomme un demi-tonneau de charbon par heure.
	TALBOT.....	156.	60.	De Holy-Head à Dublin. De Londres à Calais.	Deux machines. Longueur vingt-huit mètres; largeur 3m,46. Il met neuf heures vingt-quatre minutes de Holy-Head à Howth, et huit heures deux minutes de Howth à Holy-Head. Il consomme onze cent cinquante kilogrammes de charbon par heure.
	WATERLOO.....	210.	60.	De Liverpool à Dublin....	Deux machines. Rames à pelles tournantes; largeur 6m,9. Il a été de Dublin à Liverpool en quatorze et quinze heures.
	ROBERT BURNS....	73.	24.	De Glascow à Helensburg.	Lancé en janvier. Longueur 23m,2; largeur 4m,4.
1819.	PORT GLASCOW...	70.	16.	*Idem*.....	Lancé le 20 avril. Longueur 23m,2; largeur 4m,1.
	MERSEY.....	80.	24.	Liverpool.....	
	.....	60.	20.	De Liverpool à Runcorn..	
	ECLIPSE.....	190.	60.	De Londres à Margate....	Deux machines. Longueur 33m,6; largeur 6m,4.
	MARIA TUG.....	80.	24.	De Hull à Gainsborough..	
	FAVOURITE.....	117.	26.	De Hull à Selby.....	
	COUNTESS OF SCARBOROUG.	50.	10.	De Gainsborough à York..	
	HOPE.....	30.	6.	De New-Castle à Shields..	
	SWIFT.....	9.	3.	*Idem.*	
	SUPERB.....	246.	70.	Liverpool. Ile de Man. Greenock.	Deux machines. Il fait environ huit milles par heure, et consomme trois-quarts de tonneau de charbon.
	IVANHOE.....	158.	60.	Bateau de poste de Holy-Head à Dublin.	Deux machines. Il met onze heures cinquante-sept minutes, terme moyen, de Holy-Head à Howth; et six heures cinquante-trois minutes de Howth à Holy-Head.
1820.	INVERARY CASTLE..	115.	40.	De Glascow à Inverary....	Longueur vingt-neuf mètres; largeur 5m,6. Deux machines.
	BELFAST.....	190.	70.	De Liverpool à Dublin....	Deux machines.
	BRITANNIA.....	100.	40.	De Glascow à Campbeltown	Deux machines. Longueur 23m,6; largeur 5m,9.

Digitized by Google

Époque de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX où les bateaux ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
	ROTHESAY CASTLE.	90.	24.	De Glascow à l'île de Bute.	
	GLASCOW.....	90	25.	De Glascow à la côte d'Ayr.	
	EARL OF EGREMONT	50.	24.	Canal de Chichester et Arundel.	Deux machines. Bateau remorqueur.
	DIANA.....	60.	20.	De Londres à Richmont...	Deux machines.
	AIRE AND CALDER	110.	35.	De Hull à Selby.....	
Suite de 1820.	LEEDS.....	125.	30.	*Idem.*	
	CALEDONIA.....	80.	30.	De Dundee à Perth.....	Deux machines.
	TYNE.....	40.	10.	De New-Castle à Shields..	
	TWO BROTHERS...	35.	9.	*Idem.*	
	INDEFATIGABLE....	30.	8.	*Idem.*	
	DUCHESS OF NORTHUMBERLAND.	40.	10.	*Idem.*	
	MAJESTIC.....	350.	100.	Liverpool. Ile de Man. Greenock.	Deux machines. Il a été de Greenock à Liverpool en vingt-deux heures ; il consomme un tonneau de charbon par heure.
	MONTAINEER	190.	70.	De Londres à Leith. De Liverpool à Dublin.	Deux machines.
	ECLIPSE.....	140.	60.	De Glascow à Belfast.....	*Idem.*
	RAPID.....	140.	56.	*Idem*.....	*Idem.*
	POST BOY.....	80.	20.	De Glascow à Dumbarton et Greenock.	
1821.	HIGH LANDER.....	67.	24.	De Glascow au fort Williams et aux îles de l'Ouest.	Lancé en février. Longueur 19m.8, largeur 4m.6.
	COMET.....	70.	30.	*Idem.*	
	TARTAR.....	180.	60.	De Holy-Head à Dublin...	Il met quinze heures vingt-sept minutes de Holy-Head à Howth, et neuf heures quarante-huit minutes de Howth à Holy-Head. Cylindre horizontal.
	CALEDONIA.....	84.	30.	De Glascow à Helensburg.	Lancé en février. Longueur 23m.93 largeur 4m.4
	BRILLIANT.....	160.	40.	De Leith à Aberdeen.....	Deux machines.

Digitized by Google

Époque de la construction	Noms des bateaux.	Capacité des bateaux.	Force des machines.	Lieux où les bateaux ont été employés.	Observations.
		tonn.	chev.		
	Velocity	150.	40.	De Leith à Aberdeen	Deux machines.
	Sampson	100.	40.	A Glascow	Deux machines. Bateau remorqueur.
	Edimburg Castle	148.	40.	De Newhaven à Kinghorn.	Deux machines. Lancé en février. Longueur 27m,4; largeur 1m,75. Il a été de Londres à Leith en cinquante-huit heures.
	Thane of Fife	148.	40.	*Idem*	Deux machines. Longueur 17m,9; largeur 5m,7.
	Star	90.	....	*Idem.*	
	Queen Margaret	100.	....	*Idem.*	
	Surprise	120.	....	Stirling, Grange-Mouth, Leith.	
	Tourist	200.	80.	De Londres à Leith	Deux machines.
	Union	100.	30.	A Dundee, sur le Fife	Bateau de passage double. Deux machines.
Suite de 1821.	Swift	250.	80.	De Brighton à Dieppe	Deux machines.
	Lightening ou royal Sovereign Georges IV.	210.	80.	Bateau de poste de Holy-Head à Dublin.	Deux machines. Il va, terme moyen, en six heures cinquante-sept minutes de Howth à Holy-Head, et en sept heures trente-six minutes de Holy-Head à Howth; il met au plus douze heures cinquante minutes, et au moins six heures à aller, et au plus sette heures quatre minutes, et au moins cinq heures quarante-huit minutes à revenir. Il brûle trois cent cinquante kilogrammes de charbon par heure.
	Meteor	190.	60.	*Idem*	Deux machines. Il va, terme moyen, en sept heures quatre minutes, de Howth à Holy-Head, et en huit heures trente minutes de Holy-Head à Howth; il met au plus vingt-trois heures dix minutes, et au moins cinq heures trente minutes à aller, et au plus dix-sept heures vingt minutes, et au moins six heures quinze minutes à revenir (les bateaux à voile mettent quarante heures trente minutes à aller, et quinze heures deux minutes à revenir). Il consomme deux cent soixante-quinze kilogrammes de charbon par heure.
	Dasher Arrow	130.	40.	Bateaux de poste de Douvres à Calais.	Deux machines.

Digitized by Google

Époque de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX OÙ LES BATEAUX ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
Suite de 1821.	CITY OF EDIMBURG.	407.	80.	De Leith à Londres.....	Longueur 43m.6; largeur 7m.75; creux 4m.25. Il a été de Londres à Leith en cinquante-huit heures. Le terme moyen est de quatre-vingt-quatre heures. Deux machines.
	JAMES WATT.....	448.	100.	*Idem*.....	Lancé en juin. Longueur 44m.5; largeur 7m.8, avant d'un 1m.37; aulas de 4m.75 de longueur. Il fait neuf milles par heure. Deux machines.
	VENUS.....	265.	60.	De Londres à Margate....	Deux machines.
	EAGLE.....	170.	40.	De Londres à Ramsgate...	*Idem.*
	SWIFT SURE.....	104.	30.	De Londres à Gravesend...	*Idem.*
	HERO.....	427.	90.	De Londres à Margate....	Deux machines de quarante-cinq à cinquante chevaux, consommant mille kilogrammes de charbon par heure; il tire 1m.65 d'eau; roues de 4m.25 faisant vingt-deux à trente-un tours par minute. Seize aubes de 2m.4 sur 0m.45; il va en sept heures trente minutes de Londres à Margate, et quelquefois en six heures quinze minutes.
	CAMBRIA.....	130.	50.	De Liverpool à Bagilt.....	Deux machines. Longueur 27m.75; largeur 5m.333; creux 2m.594; piston de 0m.76 ayant 0m.76 de jeu.
	BRITANNIA.....	80.	20.	Sur le Mersey.....	Bateau de passage.
	ABBEY.....	....	....	*Idem.*	
	PORTUGUESE.....	80.	20.	*Idem*.....	Deux machines de dix chevaux.
	LADY STANLEY....	87.	20.	*Idem.*	
	NAVIGATOR.....	40.	18.	De New-Castle à Shields..	
	SAFETY.....	36.	14.	*Idem.*	
	UNION.....	20.	4.	*Idem.*	
1822.	LARGS.....	126.	32.	De Glascow à Largs.....	Lancé en mars. Longueur 28m.5; largeur 5m.2.
	CITY OF GLASCOW.	300.	100.	Liverpool, île de Man, port Patrick, Glascow.	Deux machines.
	RAPID.....	140.	60.	De Londres à Rotterdam..	*Idem.*
	SAINT-PATRICK....	298.	110.	De Liverpool à Dublin....	Deux machines de 1m.07 de diamètre, longueur 35m.6, largeur 6m.75; creux 4m.16. Il a été en trente heures trente minutes de Dublin à Liverpool.

Digitized by Google

Époque de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX OÙ LES BATEAUX ont été employés.	OBSERVATIONS.
		ton.	chev.		
	SAINT-GEORGE....	312.	110.	Liverpool, île de Man, port Patrick, Glascow.	Deux machines.
	DUKE OF LANCASTER.	141.	50.	Liverpool, White Haven, île de Man, Dumphries.	Longueur 31m,4; largeur 5m,2; creux 2m,9. Deux machines.
	HERCULE.....	130.	60.	Sur le Clyde.....	Deux machines. Bateau remorqueur.
	TAWART.....	120.	50.	De Glascow à Inverary ...	Deux machines.
	HIGH LAND CHIEF	65.	16	A Strauraer.	
	ALBION.....	160.	60.	De Liverpool à Bangor...	Deux machines. Piston de 0m,81, ayant 0m,84 de jeu; longueur 31m,33; largeur 3m,3; creux 2m,9.
	PRINCE LLEWELLYN.	170.	70.	*Idem*.....	Deux machines de 0m,86 de diamètre.
	BRISTOL CAMBRIA..	100.	30.	A Bristol.	
Suite de 1822.	LORD MELVILLE...	236.	80.	De Londres à Calais.....	Longueur 36m,6; largeur 6m,4; tirant d'eau 2m,43; deux machines; douze aubes de 2m,43. Il fait environ dix milles par heure.
	SIR JOSEPH YORK..	100.	30.	De Londres à South-End..	
	ROYAL SOVEREIGN.	220.	80.	De Londres à Ramsgate...	Deux machines.
	.....	95.	32.	De Douvres à Boulogne...	*Idem.*
	SOVEREIGN.....	95.	32.	*Idem*.....	*Idem.*
	UNION.....	53.	16.	*Idem*.....	Deux machines. Longueur 22m,9; largeur 3m,65; tirant d'eau 1m,32
	MEDUSA.....	90.	20.	*Idem.*	
	AARON MANBY....	140.	28.	Sur la Seine.....	Bateau en fer. Longueur 32m,3; largeur 3m,2; roues à six paires de pelles tournantes, remplacées depuis par des roues ordinaires.
	MEDINA.....	100.	36.	De Southampton à Cowes.	
	YORKSHIRE MAN...	200.	80.	De Londres à Hull.....	Deux machines.
	KING OF THE NETHERLANDS.	140.	40.	De Londres à Rotterdam..	*Idem.*
	LIMINGTON PACKET	30.	7.	Sur le Tyne.....	

Digitized by Google

Époques de la construction	NOMS DES BATEAUX.	CAPACITÉ des bateaux.	FORCE des machines.	LIEUX où les bateaux ont été employés.	OBSERVATIONS.
		tonn.	chev.		
1823.	ROYAL GEORGES...	300.	80.	De Falmouth en Espagne..	Deux machines.
	EARL OF LIVERPOOL	236.	80.	De Londres à Calais.....	A-peu-près des mêmes dimensions que le LORD MELVILLE, il fait également en douze heures, et quelquefois en dix heures et demie, le voyage de Londres à Calais.
	PALMERSTON..... GEORGES THE FOURTH.....	....	....	De Bristol à Dublin.....	Bâti aux frais du département de la guerre; ils sont de la grandeur du ROYAL SOVEREIGN et du MATEOR.
	LE COMMERCE DE PARIS.	....	52	Sur la Seine.....	Bateau en fer. Longueur 33m,32 largeur 3m,63. Deux machines.
	LORD BERESFORD..	160.	60.	De Portsmouth à Jersey..	Deux machines.
	CAMILLA.....	....	....	Du Havre à Southampton.	

On n'est point d'accord en Angleterre sur la forme de la carène des bateaux à vapeur : certains constructeurs veulent des bâtimens fins, d'autres des bâtimens à fond plat. L'établissement des machines est plus aisé dans ceux-ci que dans ceux-là, et l'on voit les uns et les autres réussir à-peu-près également, sans qu'il soit bien décidé de quel côté est l'avantage.

L'opinion générale est que ces bateaux doivent être construits plus solidement que les autres bâtimens : cependant quelques mécaniciens, et notamment M. Brunel, pensent que les mâts et les voiles fatiguent plus les bâtimens que ne le fait une machine à vapeur établie sur une charpente disposée convenablement. Cette dernière opinion est confirmée par l'expérience des Américains, dont les bateaux à vapeur sont ordinairement assez légers.

Les grands bateaux destinés à aller sur mer sont généralement doublés en cuivre. Quelques-uns sont garnis d'un soufflage à l'avant et à l'arrière des roues, et, depuis peu de temps, on a supprimé les murailles intérieures et donné au bateau même la forme du soufflage, excepté

Digitized by Google

dans la partie qui correspond aux roues, où l'on a laissé les murailles à-peu-près verticales.

Le grément de lougre et celui de goëlette paroissent mieux convenir qu'aucun autre aux bateaux à vapeur. Dans les mauvais temps on doit éviter de naviguer en recevant les lames par le travers, et de louvoyer; il est généralement préférable de gouverner dans le vent, aussi directement qu'on le peut, sans trop s'écarter de la route qu'on se propose de suivre, sauf à revenir ensuite avec le vent largue au point où l'on a besoin.

Selon quelques constructeurs, un bateau destiné à porter deux machines de la force de trente à quarante chevaux chacune doit avoir trente-deux à trente-six mètres de longueur et cinq mètres soixante-quinze centimètres à six mètres vingt-cinq centimètres de largeur. Les dimensions qui conviendroient à un bateau qui auroit deux machines de la force de cinquante à cinquante-cinq chevaux, seroient trente-huit à quarante mètres de longueur et six mètres soixante-quinze centimètres à sept mètres de largeur. Les aubes devroient être à environ un mètre l'une de l'autre, et avoir $2^{m},25$ à $2^{m},75$ de longueur et quarante-cinq à cinquante-cinq centimètres de largeur.

Selon d'autres, un bateau de cent tonneaux pourroit recevoir deux machines dont les cylindres auroient quatre-vingt-un centimètres de diamètre; un bateau de deux cents tonneaux, deux machines dont les cylindres auroient cent sept centimètres; et un bateau de trois cents tonneaux, deux machines dont les cylindres auroient cent quatorze centimètres.

Il y a des mécaniciens qui, pour obtenir une vitesse de sept nœuds ($3^{m},6$ par seconde), emploient une machine de la force de vingt-sept à vingt-huit chevaux, si la surface du maître couple du bateau est de six mètres carrés; une machine de la force de cinquante-quatre à cinquante-six chevaux, si la surface du maître couple est de douze mètres carrés, et ainsi à proportion (1). Les mêmes mécaniciens font la surface des aubes égale au huitième de celle du maître couple.

(1) La règle de la page 61, appliquée à ces données, indiqueroit une vitesse de 6^{m} à $6^{m},5$.

Digitized by Google

Dès que la force nécessaire pour imprimer à un bateau la vitesse avec laquelle on se propose de le faire marcher est considérable, on établit à bord deux machines disposées de manière à agir sur un arbre à deux coudes. Ces deux coudes sont dirigés dans des plans perpendiculaires entre eux, afin que quand l'un se trouve vertical, l'autre soit horizontal, et que l'appareil puisse se passer de volant. Cette disposition, qui est généralement rejetée par les Américains, paroît avoir été employée sur le Clyde dès 1813.

Pour rendre plus légères les machines qu'on destine à être établies sur des bateaux, on réduit la course du piston à une fois seulement le diamètre du cylindre; mais, afin de compenser les pertes que cette réduction peut occasionner, quelques mécaniciens donnent au cylindre le diamètre qui conviendroit pour une machine plus forte d'environ un cinquième.

On suppose que la vitesse moyenne du piston est d'un mètre par seconde dans les grandes machines, et d'environ quatre-vingts centimètres dans les petites; mais elle est souvent beaucoup moindre.

Un appareil composé de deux machines de la force de vingt-cinq chevaux pèse environ soixante-cinq tonneaux, et coûte soixante-quinze mille francs.

Un appareil de deux machines de la force de quarante chevaux pèse environ cent tonneaux, et coûte cent vingt-cinq à cent cinquante mille fr.

Enfin, un appareil de deux machines de la force de cinquante chevaux pèse environ cent vingt tonneaux, et coûte cent cinquante à cent soixante-quinze mille francs (1).

Peu de machines à haute pression ont été établies sur des bateaux; la colonne de mercure qui mesure l'excès de la force de la vapeur sur la pression atmosphérique n'ayant ordinairement que dix à vingt centimètres de hauteur.

Les chaudières sont capables de résister à une pression beaucoup

(1) Ces poids et ces prix me paroissent exagérés : j'ai vu un appareil de la force de cinquante chevaux dont les cylindres avoient $0^m,74$ de diamètre, qui pesoit à peine trente-huit tonneaux, et ne coûtoit pas 60,000 francs, et un appareil de la force de quatre-vingts chevaux dont les cylindres avoient $0^m,915$ qui ne pesoit que soixante-cinq tonneaux, et qui ne coûtoit que 100,000 francs.

Digitized by Google

plus grande. L'épaisseur de la tôle employée à les fabriquer varie de six à douze millimètres; on a soin d'employer la tôle la plus épaisse dans les parties qui sont exposées au feu ou à un plus grand effort.

Plusieurs mécaniciens règlent la capacité des chaudières sur le nombre de chevaux, qui représentent la force de la machine; ils donnent ordinairement cinq cent soixante-six litres par cheval. On a fait, sans avantage, des chaudières dont la capacité étoit de huit cents litres par cheval, et d'autres dont la capacité n'étoit que de deux cents litres par cheval, qui fournissoient assez de vapeur; aussi les artistes les plus instruits préfèrent-ils déterminer l'étendue de la surface exposée au feu. Ils la portent à un mètre carré au moins par cheval, y compris le fourneau, auquel il suffit de donner un dixième de mètre par cheval.

Les tuyaux qui circulent dans la chaudière ont trente à trente-cinq centimètres de largeur; on laisse dix à treize centimètres de distance entre ces tuyaux.

La consommation du charbon est extrêmement variable. Cette consommation, rapportée à celle d'une machine de la force de cent chevaux, est de onze cents kilogrammes par heure dans certains bateaux; dans d'autres elle n'est que de quatre cents à cinq cents kilogrammes par heure.

Lorsque le charbon est de bonne qualité, il suffit de nettoyer les fourneaux de douze heures en douze heures; mais il y a des espèces de charbon qui exigent qu'on nettoie de quatre heures en quatre heures.

Les chaudières peuvent rester huit ou dix jours sans être nettoyées quand les eaux sont claires et qu'elles ne contiennent point de sels.

M. Faraday, qui a analysé l'eau de mer dans la vue de connoître son action sur les chaudières, a trouvé que de l'eau de mer qui bouilloit à environ cent un degrés centésimaux, et dont la pesanteur spécifique étoit égale à 1,0272, contenoit $32^k,298$ de sels par mètre cube ou kilolitre; savoir :

$1^k,014$ de sulfate de chaux, qui commence a se précipiter à la température de cent deux degrés, quand la quantité d'eau est réduite à deux cent quatre-vingt-dix-neuf litres.

$25^k,785$ de muriate de soude, qui commence à se cristalliser à cent neuf degrés, quand l'eau est réduite à cent deux litres.

$2^k,214$ de sulfate de magnésie.

$3^k,285$ de muriate de magnésie.

Digitized by Google

Ce dernier sel est celui qui agit le plus sur les chaudières; il commence à se décomposer à la température de cent trente-deux degrés, lorsque la liqueur est réduite à trente-cinq litres et demi. Les $3^k,285$ contenus dans le mètre cube d'eau de mer sont composés de $1^k,145$ de magnésie et de $1^k,14$ d'acide. Si tout l'acide pouvait être séparé, il dissoudrait $1^k,6$ de fer, ou $3^k,7$ de cuivre; ce qui occasionneroit bientôt la destruction des chaudières.

L'acide peut être absorbé par l'addition de $1^k,64$ de chaux vive, ou de $2^k,78$ de potasse, ou par $4^k,1$ de carbonate de potasse. Le dépôt de magnésie pèse $1^k,145$, et celui de carbonate de magnésie $2^k,43$.

Il résulte de ces expériences qu'un appareil de la force de cent chevaux, qui consommeroit $1^k,5$ d'eau par seconde, ou cinq mille quatre cents litres par heure, laisseroit déposer dans le même temps environ $5^k,5$ de sulfate de chaux, 139 kilogrammes de sel ordinaire, et 30 kilogrammes de sulfate et de muriate de magnésie. Mais le sulfate de chaux ne commenceroit à se précipiter que lorsque l'eau de la chaudière auroit été renouvelée deux fois et un tiers; le muriate de soude, lorsque l'eau auroit été renouvelée neuf fois; et le muriate de chaux ne se décomposeroit qu'après que l'eau auroit été renouvellée vingt-sept fois.

Ainsi, une chaudière contenant vingt tonneaux d'eau pourroit servir environ trente trois heures sans qu'il se déposât de sel commun; mais au bout de huit à neuf heures, le sulfate de chaux commenceroit à troubler la liqueur, et il s'en trouveroit environ cent trente-cinq kilogrammes lorsque le sel ordinaire commenceroit à se cristalliser.

La durée des chaudières dépend du soin qu'on en a; celle des chaudières de fer varie de deux à cinq ans.

Les chaudières de fer coûtent, en Angleterre, 38 à 40 shillings le quintal (95 centimes à 1 franc le kilogramme); celles de cuivre, de 14 à 16 pence la livre (3 francs 25 centimes à 3 francs 70 centimes le kilogramme).

Digitized by Google

NOTE QUATRIÈME

Sur les moyens d'aborder aux quais.

Je décrirai dans cette note les moyens employés par M. Fulton pour amortir la vitesse des bateaux de passage, diriger leur entrée dans les bassins où ils abordent, et tenir les tabliers d'embarquement à une hauteur constante au-dessus de l'eau.

Les quais des villes maritimes des États-Unis sont presque par-tout garnis d'éperons devant les maisons, et interrompus par des enfoncemens dans chaque rue, de manière à former des bassins, dans lesquels les bâtimens peuvent effectuer leur chargement sans être exposés aux courans. C'est ordinairement dans un de ces bassins que les bateaux de passage abordent; les côtés sont garnis de longues dromes ou châssis flottans (Voir *fig. 12* pl. IV.) qui empêchent le bateau de frapper contre les éperons, et le dirigent vers le fond du bassin où est placé le pont ou tablier d'embarquement.

Un des bouts du tablier est appuyé sur le quai; l'autre est porté sur une caisse flottante, afin d'être toujours de plain-pied avec la plate-forme du bateau, quelque soit l'état de la marée.

La hauteur du quai est telle qu'à mi-marée le tablier est à-peu-près horizontal. Les supports du bout du tablier sont placés sur le bord extérieur de la caisse, parce que, si la caisse dépassoit le tablier, elle empêcheroit le bateau d'accoster. Ils sont garnis d'une espèce de cric, composé d'une crémaillère et d'un pignon, pour qu'on puisse, au besoin, élever le pont à la hauteur particulière des bateaux.

La caisse a $1^{m},2$ de hauteur, $7^{m},3$ de longueur et $3^{m},65$ de largeur. Ainsi, un tonneau occasionne à peine quatre centimètres d'enfoncement. Elle est maintenue horizontale par des contre-poids ; les chaînes de suspension de ces contre-poids sont accrochées au tablier et passent sur des poulies au haut de deux montans établis sur les deux angles intérieurs de la caisse. Par l'effet de cette disposition, le tablier est soutenu vers son milieu, et les contre-poids ne sont que la moitié

Digitized by Google

de ce qu'ils seroient s'ils agissoient uniquement sur la caisse. Si au lieu d'une poulie on eût employé un treuil, on eût encore réduit considérablement les contre-poids, et appliqué au tablier une plus grande partie de l'effort de la caisse.

Indépendamment des contre-poids, il y a sur la caisse deux fortes pièces de bois qui contribuent à tenir la caisse de niveau. Entre ces pièces, qui s'étendent presque jusqu'au quai, il y a un châssis mobile destiné à recevoir le premier choc du bateau. On voit dans la figure 12 ce châssis en saillie en avant de la caisse. A chacun des angles intérieurs est attachée une corde qui passe sur des poulies de renvoi au pied et à la tête des montans, et à laquelle est suspendu un seau qui est entièrement immergé quand le châssis est saillant. A mesure que le bateau s'approche, le seau sort de l'eau, augmente de poids et détruit de plus en plus l'impulsion du bateau. Les seaux ont $0^m,4$ de diamètre et $1^m,8$ de hauteur; ils pèsent, quand ils sont pleins d'eau, huit cents kilogr. Les fonds sont percés de quatre trous ronds de vingt-cinq millimètres, de manière que les seaux se vident peu après leur émersion, et ne pèsent plus que cent soixante-quinze kilogrammes chacun; ce poids est à-peu-près nécessaire pour pousser le châssis lorsque le bateau se retire.

Pour retenir le bateau auprès du tablier, on fait usage de deux petits treuils à engrenage, placés sur les côtés du tablier. Un des bouts de la corde est fixé sur l'arbre; l'autre est garni d'un croc. Dès que le bateau arrive, deux hommes sautent sur le tablier, attachent la corde au bateau et tournent les treuils.

Cette manœuvre est la seule qui se fasse aujourd'hui : il n'existe des seaux et du châssis mobile que des débris. Le contre-poids de la caisse est souvent négligé : on a même quelquefois supprimé la caisse et les drones. Le tablier est suspendu par des chaînes et élevé par des treuils à la hauteur convenable; le bateau aborde le long d'un quai, et l'on n'amortit sa vîtesse qu'en changeant le mouvement de la roue à aubes.

Digitized by Google

NOTE CINQUIÈME

Sur les calculs de M. Fulton.

De 1793 à 1798, il a été fait en Angleterre, par une société instituée pour le perfectionnement de l'architecture navale, des expériences sur la résistance des fluides, dans lesquelles, à l'imitation de M. Dubuat, on a considéré la résistance que les corps éprouvent comme composée de trois parties:

1.° L'augmentation de pression sur la partie antérieure du corps, qui est, à proprement parler, la résistance de la proue.

2.° La réduction de pression sur la poupe, qui résulte de ce que, par l'effet du mouvement du corps, la partie postérieure se soustrait, pour ainsi dire, à l'action de l'eau;

3.° La partie qui est due à l'adhérence de l'eau et aux aspérités de la surface, et que, par analogie, on peut appeler *frottement*.

Les deux premières parties, lorsque les corps sont semblables, sont supposées proportionnelles à la surface de la plus grande coupe transversale de la partie immergée du corps; et la troisième, quand les corps sont de même nature et également polis, à la surface totale de la partie immergée.

Voici quelques-uns des résultats obtenus par cette société, en 1796, tels qu'ils sont rapportés par M. Fulton, mais en mesures françaises :

VITESSE par heure, en milles marins. / par seconde, en mètres...	1. / 0,514.	2. / 1,029.	3. / 1,543.	4. / 2,058.	5. / 2,572.	6. / 3,086.
Frottement par mètre carré... *Kilogr.*	0,0683.	0,2303.	0,4625.	0,7562.	1,1045.	1,5075.
Résistance directe d'un mètre carré de surface.....	15,8559.	63,8627.	143,2399.	253,4508.	394,6072.	564,5192.
Résistance de l'avant, et réduction de pression à l'arrière, par mètre carré de base pour une proue et une poupe présentant un angle de (1). — 60 degrés.	4,2934.	16,1486.	34,8830.	60,3500.	92,3546.	130,6527.
Résistance de l'avant, et réduction de pression à l'arrière, par mètre carré de base pour une proue et une poupe présentant un angle de (1). — 20 degrés.	2,9760.	11,1723.	24,2473.	42,1523.	64,8873.	92,2682.

(1) Il est important de faire remarquer que la résistance donnée ici par M. Fulton comme celle d'une

Digitized by Google

M. Fulton a présenté ces expériences comme la base de ses recherches sur les bateaux à vapeur. Pour faire connoître le parti qu'il en a tiré, je me proposerai de déterminer le diamètre du cylindre de la machine qu'il faudroit employer pour faire filer quatre nœuds, par exemple, à un bateau des dimensions suivantes :

				mètres.
Longueur totale				50.
Largeur				6.
Tirant d'eau				0,6.
Angle de la proue	38°	56′	33″	
Angle de la poupe	19.	11.	17.	
Longueur de la proue				8,485.
Longueur de la poupe				17,748.
Longueur du corps du bateau				23,767.
				mètres carrés.
Surface de la base de la proue				25,455.
Surface des murailles de la proue				10,8.
Surface de la base du corps du bateau				142,602.
Surface des murailles du corps du bateau				28,52.
Surface de la base de la poupe				53,244.
Surface des murailles de la poupe				21,6.
Surface totale de la partie immergée du bateau				282,221.
Surface de la partie immergée du maître couple				3,6.

M. Fulton admet d'abord,

1.° Que, par l'action de la vapeur, le piston de la machine sera susceptible de lever autant de fois $0^k,562$ que sa surface contiendra de centimètres circulaires, c'est-à-dire de cercles d'un centimètre de diamètre;

2.° Que le piston aura $1^m,20$ de course;

---

proue et d'une poupe de soixante degrés, est celle qui a été trouvée en soumettant à l'expérience un bateau dont les faces de l'avant avoient pour longueur une fois et demie le bau, et celles de l'arrière trois fois le bau, et duquel la proue faisoit par conséquent un angle de trente-huit degrés cinquante-six minutes trente-trois secondes, et la poupe un angle de dix-neuf degrés onze minutes dix-sept secondes.

La résistance indiquée pour une proue et une poupe de vingt degrés appartient à une proue et une poupe de dix-neuf degrés onze minutes dix-sept secondes. Cette dernière différence peut être négligée; mais l'erreur qui résulte de la première est très-considérable; pour une vitesse de cinq nœuds, par exemple, la résistance de la proue de soixante degrés seroit de $170^k,22$, au lieu de $92^k,35$.

Digitized by Google

3.° Qu'il montera et descendra quinze fois par minute, et que, par conséquent, sa vitesse réduite sera de $0^m,60$ par seconde;

4.° Que la vîtesse absolue des aubes sera double de celle du bateau, c'est-à-dire, dans ce cas, de huit nœuds, ou de $4^m,115$ par seconde, afin que leur vîtesse, par rapport à l'eau, soit égale à celle du bateau;

5.° Qu'il n'agit à-la-fois qu'une seule aube de chaque roue.

Il passe ensuite au calcul de la résistance du bateau.

	kilogrammes.
Frottement sur 282,221 mètres carrés à $0^k,7562$ par mètre carré.....	213,416.
Résistance de l'avant et réduction de pression à l'arrière pour une proue de trente-huit degrés cinquante-six minutes trente-trois secondes et une poupe de dix-neuf degrés onze minutes dix-sept secondes, ayant sur le maître couple une base de 3,6 mètres carrés à $60^k,35$ par mètre carré.....	217,26.
Résistance totale du bateau.....	430,676.

Les aubes doivent éprouver une résistance égale à celle du bateau: ainsi la machine doit exercer un effort de $430^k,676$ au centre d'action des aubes. Or, comme, par supposition, la vîtesse des aubes est de $4^m,115$, et que celle du piston n'est que de $0^m,60$, il faut augmenter cet effort dans le rapport de $0^m,6$ à $4^m,115$; ce qui donnera $2953^k,72$ pour la force de la machine à vapeur. Divisant ce nombre par $0^k,562$, on trouvera que le nombre des centimètres circulaires compris dans la surface du piston est de 5255,73; et, par conséquent, en prenant la racine carrée de ce dernier nombre, que le diamètre du piston, exprimé en centimètres, est de soixante-douze et demi.

La résistance d'un mètre carré de surface est de $253^k,4506$: ainsi la résistance des aubes, $430^k,676$, correspond à celle d'une surface de 1,7 mètre carré; et comme il y a deux roues, M. Fulton prend la moitié de cette quantité, c'est-à-dire, 0,85 mètre carré pour la surface d'une aube de chacune.

Les roues font ordinairement un tour à chaque double oscillation du piston, et, par suite des suppositions précédentes, elles devront faire quinze tours par minute, ou un tour en quatre secondes. Pour que les aubes aient $4^m,115$ de vîtesse, il faut que la circonférence du cercle

Digitized by Google

qu'elles décrivent soit égale à quatre fois $4^{m},115$, ou à $16^{m},46$; ce qui exige que le diamètre soit de $5^{m},24$ (1).

Il y a plusieurs remarques à faire sur la méthode que je viens d'exposer.

1.° Le calcul de la résistance est fondé sur des bases à l'égard desquelles les auteurs qui ont consulté l'expérience ne sont point d'accord; des prismes de trente centimètres en carré, terminés en coin, ne peuvent donner exactement la résistance de grands bateaux dont la proue et la poupe seroient arrondies, ni même celle des premiers

---

(1) Tel est le fond de la méthode de M. Fulton; mais comme la marche qu'il a suivie m'a paru au moins indirecte, je m'en suis un peu écarté. Je rétablirai ici son raisonnement; et, pour l'altérer le moins possible, je laisserai subsister les mesures américaines, et je distinguerai les remarques que j'aurai occasion de faire en les plaçant entre des parenthèses.

Soit un bateau de cent cinquante-quatre pieds de longueur, de dix-huit de largeur et de deux pieds de tirant d'eau, dont la proue et la poupe forment des angles de soixante degrés; et une machine à vapeur de quatre pieds de course, faisant quinze doubles battemens par minute, ou deux pieds par seconde. On demande que le bateau fasse quatre milles par heure.

Résistance de l'avant et réduction de pression à l'arrière par pied carré.....	$12^{lb},37$.

(J'ai déjà fait observer que la résistance de $12^{lb},37$, par pied carré, ou de $60^{k},35$ par mètre carré, n'est pas celle d'un bateau dont la proue et la poupe font des angles de soixante degrés. Il ne paroît pas que la société pour le perfectionnement de l'architecture navale ait éprouvé de bateau de cette forme en 1796. D'après les expériences qu'elle fit en 1798, la résistance d'une proue de soixante degrés, et la réduction de pression d'une poupe également de soixante degrés furent trouvées de $12^{lb},2^{on}$ par pied carré, ou d'environ cent huit kilogrammes par mètre carré, lorsque la vitesse étoit de quatre nœuds).

Produit par trente-six pieds carrés, avant du bateau.....	$445^{lb},32$.

(Trente-six pieds est le produit de la largeur, dix-huit pieds, par le tirant d'eau, deux pieds, et non *l'avant* du bateau).

Frottement sur huit cent quarante-huit pieds carrés pour l'avant et l'arrière, à raison de $7^{lb},75$ pour cinquante pieds carrés.....	131 ,75.

(Le nombre $131^{lb},75$ est le frottement pour huit cent cinquante pieds carrés. Il est difficile de retrouver comment M. Fulton est parvenu au nombre de huit cent quarante-huit. Si les angles de la proue et de la poupe étoient de soixante degrés, il ne faudroit que $424^{p},60$).

Frottement sur deux mille deux cents pieds carrés, corps du bateau.....	341.

(Ce nombre deux mille deux cents semble indiquer que le corps du bateau a cent pieds de longueur, et que la proue et la poupe ont ensemble cinquante-quatre pieds).

Résistance totale du bateau.....	918 ,07.
Semblable résistance pour les aubes.....	918 ,07.
Résistance totale.....	1836 ,14.

(Je ne sais pourquoi M. Fulton réunit la résistance des aubes à celle du bateau).

Il faut trouver, dit M. Fulton, cette résistance à l'extrémité des aubes faisant quatre milles par heure, ou six pieds par seconde.

(Les milles marins, pour lesquels les résistances sont déterminées, correspondent à un pied huit pouces

Digitized by Google

bateaux de M. Fulton, quoiqu'ils fussent à fond plat. Ce n'est donc que faute de mieux qu'on doit employer cette manière de déterminer la résistance. Dans l'exemple ci-dessus, la résistance du bateau est égale à la résistance directe d'une surface de 1,7 mètre carré; c'est presque la moitié de 3,6 mètres carrés, surface du maître couple : il est facile de construire des bateaux dont la résistance soit beaucoup moindre.

2.° La supposition que les aubes doivent avoir une vitesse double de celle du bateau n'est point nécessaire, et ne s'accorde nullement avec les observations faites sur les bateaux à vapeur. Dans un grand nombre, la vitesse, au lieu d'être double, est à peine le dixième en sus de celle du bateau; et il est aisé de faire voir qu'on tirera en général un meilleur parti d'une machine à vapeur, pour faire avancer un bateau, en faisant mouvoir de grandes aubes avec une vitesse peu différente de celle du bateau, qu'en donnant à de petites aubes une grande vitesse. M. Fulton ne l'ignoroit pas.

3.° On ne sauroit admettre qu'il n'y ait qu'une seule aube de chaque roue qui agisse sur le fluide : en examinant des roues qui portent huit, dix ou douze aubes, on reste persuadé qu'il y en a peut-être plus de trois dont l'action est simultanée.

Si M. Fulton a réglé l'étendue des aubes de son premier bateau sur la supposition qu'une seule devoit agir, il se sera bientôt aperçu

---

un quart par seconde; les milles légaux ou géographiques correspondent à un pied cinq pouces trois cinquièmes : M. Fulton prend approximativement un pied six pouces.

Je n'ai fait entrer dans le calcul que j'ai présenté que la résistance réelle des aubes, qui est la moitié de ce que M. Fulton appelle *résistance totale*; mais j'ai employé la vitesse absolue des aubes qui, par hypothèse, est double de la vitesse relative dont il fait usage; le résultat est par conséquent le même).

Cette vitesse de six pieds par seconde est triple de celle du piston : il faut donc multiplier $1836^{lb},14$ par 3 pour avoir la force de la machine : on trouvera $5508^{lb},42$.

Un cylindre de vingt-sept pouces de diamètre équivaut à sept cent vingt-neuf pouces circulaires; 8^{lb} par pouce font 5832^{lb}.

La circonférence de la roue à aubes doit faire huit milles par heure, ou douze pieds par seconde, ou sept cent vingt pieds par minute. Des roues de quatorze pieds de diamètre et de quarante-quatre pieds de circonférence, faisant seize tours par minute (il n'a supposé plus haut que quinze), auront sept cent quatre pieds de vitesse par minute : cela est suffisamment approché.

La résistance totale du bateau est de $918^{lb},07$. La résistance par pied carré d'une aube faisant quatre milles par heure est de $51^{lb},95$. Dix-sept pieds six pouces carrés éprouveront une résistance de $909^{lb},12$; c'est huit pieds neuf pouces pour chaque aube.

Digitized by Google

que plusieurs plongeoient en même temps et que, les roues tournant très-lentement, le piston n'acquéroit pas toute la vîtesse qu'il pouvoit prendre : en d'autres termes, que la machine ne produisoit pas tout l'effet qu'on pouvoit en attendre, et il aura naturellement été conduit à diminuer les aubes (*Voir* la note VI, n.° 7).

4.° Quoique M. Fulton regarde la course du piston et la durée de ses oscillations comme des quantités connues d'avance, on ne doit pas croire qu'il se donne la machine; il eût certainement changé ces premières quantités si le diamètre obtenu par son calcul se fût trouvé trop grand ou trop petit pour que la machine fût exécutable.

Digitized by Google

NOTE SIXIÈME

Sur la démonstration des principes relatifs au mouvement des bateaux à vapeur.

1. Les propriétés de la vapeur d'eau ne sont pas encore assez connues pour qu'on puisse soumettre au calcul toutes les questions relatives aux machines dans lesquelles la force élastique qu'elle possède est employée comme moteur. On ne doit donc point s'attendre à trouver dans cette note une théorie complète du mouvement des bateaux à vapeur. Je me bornerai à le considérer dans la supposition qu'il est devenu uniforme, et que la force de la vapeur n'éprouve pas de variation. Alors cette force est uniquement employée à vaincre les divers frottemens de la machine, et à faire équilibre à la résistance de l'eau.

Non-seulement il reste beaucoup de connoissances à acquérir sur les propriétés de la vapeur, mais on n'est pas même assez avancé dans la recherche des lois de la résistance des fluides, pour avoir égard à l'immersion successive des aubes d'une roue, ni pour tenir compte des changemens dans l'étendue de la partie plongée des aubes et dans l'angle sous lequel elles frappent l'eau : on est réduit à partir d'une hypothèse ; et la plus simple, ce me semble, dans le cas du mouvement uniforme, est d'admettre que la résistance des aubes est égale à celle d'une certaine surface qui seroit mue perpendiculairement au fluide avec la vîtesse moyenne des aubes.

J'appellerai cette surface, quelle qu'elle soit, *surface résistante des aubes ;* je la désignerai par a^2, et sa vîtesse par seconde, par U.

Les deux quantités a^2 et U devront être déterminées par expérience.

J'admettrai aussi la possibilité d'assigner, également par expérience, pour un bateau quelconque, une surface plane qui éprouveroit la même résistance directe que ce bateau, et je la nommerai *surface résistante du bateau.* Je la représenterai par b^2, et la vîtesse du bateau par V.

La résistance de la carène étant d'ailleurs proportionnelle au carré

Digitized by Google

de la vîtesse sera égale à kb^2V^2, en désignant par k la résistance directe qui correspond à l'unité de surface et de vîtesse (1).

La vîtesse avec laquelle les aubes frappent l'eau est égale à l'excès de leur vîtesse sur celle du bateau, c'est-à-dire à $U-V$. Ainsi la résistance qu'elles éprouvent est égale à $ka^2(U-V)^2$, et comme cette résistance et celle du bateau sont continuellement égales, sans quoi le mouvement cesseroit d'être uniforme, on aura

$$kb^2V^2 = ka^2(U-V)^2,$$

qui se réduit à $$bV = a(U-V),$$

ou à $$U = \left(1 + \frac{b}{a}\right)V.$$

Cette équation apprend que, quelle que soit la nature du moteur, la vîtesse du bateau est toujours proportionnelle à celle des aubes, tant que le rapport de la surface résistante du bateau à celle des aubes ne change pas.

2. L'action des aubes sur l'eau provenant de celle de la vapeur sur le piston, les momens de ces deux forces doivent être égaux, du moins en faisant abstraction du frottement. Or, la vîtesse absolue des aubes est égale à U, la résistance qu'elles éprouvent à $ka^2(U-V)^2$, le moment de leur action sera donc $ka^2(U-V)^2U$.

Quant à celui de la force de la machine, si l'on représente par q la densité du mercure; par h, la hauteur de la colonne de ce fluide que la vapeur peut supporter; par P, la surface du piston, et par v, sa vîtesse moyenne, l'effort sur le piston sera égal à qhP, et son moment à $qhP \times v$;

on aura donc $$qhPv = ka^2(U-V)^2U.$$

On arriveroit également à cette équation en considérant que la force qhP, qui agit avec la vîtesse v, se réduit à $qhP \times \frac{v}{U}$ lorsque, par le le moyen du mécanisme qui transmet le mouvement du piston aux

(1) Quoique les auteurs qui ont fait des expériences ne soient pas d'accord, on sait cependant que quand la vîtesse est d'un mètre par seconde, la résistance d'un mètre carré n'est ni au-dessus de soixante kilogrammes, ni au-dessous de cinquante kilogrammes.

Digitized by Google

roues, l'action de cette force s'exerce avec la vitesse U, ce qui exige qu'on ait $qhP \times \frac{v}{U} = ka^2 (U - V)^2$,

ou, comme ci-dessus, $qhPv = ka^2 (U - V)^2 U$.

Cette équation et celle qu'on a trouvée d'abord $U = V\left(1 + \frac{b}{a}\right)$ ne sont que la traduction en langage algébrique des raisonnemens de la note précédente. Elles expriment, tant qu'on néglige le frottement, les diverses relations qui existent entre la résistance du bateau et la force de la machine.

3. L'effet du frottement étant d'empêcher la transmission de la totalité de la force motrice, on peut y avoir égard, jusqu'à un certain point, en substituant à la force motrice, qhP, une portion $m \times qhP$ de cette force : alors on aura

$$mqhPv = ka^2 (U - V)^2 U \text{ (1)}.$$

On a d'ailleurs $U = \left(1 + \frac{b}{a}\right) V$,

et, par conséquent,

$$V = \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2\left(1 + \frac{b}{a}\right)}}$$

$$U = \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}\left(1 + \frac{b}{a}\right)^2}$$

4. Quand une machine d'une certaine force est destinée à faire mouvoir un bateau déjà construit, les quantités k, m, q, h, v, b et P sont déterminées, et il n'y a d'arbitraire que la surface des aubes. En examinant les valeurs de V et U on remarquera,

1.° Que la vitesse V du bateau ne peut jamais être plus grande que $\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}$, et qu'elle approche d'autant plus de cette quantité que la surface des aubes est plus grande;

2.° Que la vitesse U des aubes est toujours plus grande que la même

(1) Le frottement est proportionnellement plus considérable dans les petites machines que dans les grandes, parce qu'il dépend de la circonférence du piston, et que la force de la machine croît avec la surface : mais quand les diamètres des machines des bateaux qu'on se propose de comparer diffèrent peu, on peut supposer, afin de simplifier les calculs, que m est une quantité constante.

Digitized by Google

quantité $\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}$; mais quelle s'en rapproche aussi à mesure qu'on augmente la surface des aubes.

La quantité $\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}$ est donc à-la-fois une limite de la vîtesse du bateau et de la vîtesse des aubes; mais avec cette différence que la première est toujours au-dessous, et la dernière toujours au-dessus de cette quantité.

5. Si l'on considère un second bateau, et qu'on représente par U', V', a', b' &c. les quantités analogues à U, V, a, b &c., on aura

$$V' = \sqrt[3]{\frac{m'qh'P'v'}{kb'^2\left(1+\frac{b'}{a'}\right)}} \text{ et } U' = \sqrt[3]{\frac{m'qh'P'v'}{kb'^2}\left(1+\frac{b'}{a'}\right)^2},$$

et, par conséquent,

$$\frac{V'}{V} = \sqrt[3]{\frac{m'h'P'v'}{mhPv} \times \frac{b^2}{b'^2} \times \frac{1+\frac{b}{a}}{1+\frac{b'}{a'}}} \text{ et } \frac{U'}{U} = \sqrt[3]{\frac{m'h'P'v'}{mhPv} \times \frac{b^2}{b'^2}\left(\frac{1+\frac{b'}{a'}}{1+\frac{b}{a}}\right)^2}$$

Lorsque les deux bateaux sont tels, que les surfaces résistantes des aubes sont proportionnelles aux surfaces résistantes des carènes, on a

$$\frac{b'}{a'} = \frac{b}{a},$$

et par suite $\frac{V'}{V} = \frac{U'}{U} = \sqrt[3]{\frac{m'hP'v'}{mhPv} \times \frac{b^2}{b'^2}}$,

c'est-à-dire que les vîtesses des bateaux sont proportionnelles à celles des aubes, et de plus, en raison directe de $\sqrt[3]{\frac{m'h'P'v'}{mhPv}}$, ou de la racine cubique de la force des machines, et en raison inverse de la racine cubique de la résistance que les bateaux éprouvent. Cette proposition est presque générale; car, à moins d'une très-grande disproportion entre deux bateaux, le rapport de $1+\frac{b}{a}$ à $1+\frac{b'}{a'}$ doit peut différer de l'unité.

6. Si l'on reprend les deux équations

$$bV = a(U-V) \text{ et } mqhPv = ka^2(U-V)^2 U$$

Digitized by Google

trouvées précédemment (n.os 1 et 3) (1), et qu'on élimine a, on aura

$$UV^2 = \frac{mqhPv}{kb^3};$$

donc, quelque grandeur qu'on donne aux aubes, le produit de leur vîtesse par le carré de celle du bateau est proportionnel à la force de la machine.

Quoique j'aie considéré la force de la machine comme déterminée d'avance, il est rare qu'on puisse prendre arbitrairement la vîtesse du piston. Presque toujours le mécanisme est disposé de manière que le rapport de cette vîtesse à celle des aubes est invariable; alors quand on diminue ou qu'on augmente les aubes, la vîtesse du piston change. Les équations rapportées ci-dessus ne s'en vérifient pas moins; mais v prend la valeur qui convient au nouvel état des choses; et il peut arriver que le piston marche trop vîte pour que l'appareil évaporatoire suffise au remplacement de la vapeur consommée, ou bien que la vapeur produite avec plus de rapidité qu'elle ne peut être dépensée s'échappe par la soupape de sûreté. Dans le premier cas, la tension diminuera jusqu'à ce que le mouvement du piston soit asssez ralenti pour que la consommation de la vapeur soit ramenée à la quantité fournie par la chaudière. Dans le second, il y aura de la vapeur perdue, et conséquemment une trop grande dépense de combustible : on pourra diminuer le feu, mais la force de la machine sera, par le fait, réduite dans le rapport de la vîtesse qu'aura le piston à celle qu'il devroit avoir.

Pour procurer au piston la vîtesse qui convient à la grandeur de l'appareil évaporatoire, il faut disposer le mécanisme de manière que la vîtesse U des aubes (n.° 3) soit égale à

$$\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^3}\left(1+\frac{b}{a}\right)^2},$$

(1) Les numéros entre parenthèses se rapportent à ceux qui sont au commencement des principaux paragraphes de cette note.

Digitized by Google

ou, en nommant r le rapport de la vîtesse du piston à celle des aubes, de manière qu'on ait

$$r = \frac{V}{U}, \text{ c'est-à-dire, } r = \sqrt[3]{\frac{mqhP}{kb^2v^2}\left(1 + \frac{b}{a}\right)^2}.$$

7. Par le moyen des trois équations

$$U = \left(1 + \frac{b}{a}\right)V,\ mqhPv = ka^2(U - V)^2 U \text{ et } U = rv;$$

on pourra, généralement parlant, déterminer trois des huit quantités a, b, h, P, r, U, V et v, lorsque les cinq autres seront données; ainsi, par exemple, en considérant U, V et v comme inconnues, on aura

$$U = \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{a}\right)\sqrt{\frac{mqhP}{kr}},\ V = \frac{1}{b}\sqrt{\frac{mqhP}{kr}} \text{ et } v = \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{a}\right)\sqrt{\frac{mhqP}{kr^3}}.$$

La valeur de U ne donne lieu à aucune observation importante; mais l'examen de celles de V et de v conduit à plusieurs conséquences intéressantes.

Il est d'abord assez remarquable que V ne dépende point en apparence de a. Il en résulte que, tant que le rapport r, qui est proportionnel au diamètre des roues, reste le même, on peut augmenter ou diminuer l'étendue des aubes sans que la vîtesse du bateau éprouve aucun changement. Les dimensions des aubes ne sont pas pour cela indifférentes, car on voit, par l'inspection de la valeur de v, qu'une augmentation sur ces dimensions occasionnera une diminution sur la vîtesse du piston et, par suite, sur la consommation de la vapeur et du combustible.

Si l'on réduit le diamètre des roues, ce qui revient à diminuer r, la vîtesse du bateau augmentera; mais en même temps la vîtesse du piston et la force de la machine augmenteront aussi, et l'on dépensera plus de vapeur et de combustible. Ainsi donc, si la machine marche plus lentement qu'on n'avoit compté, on pourra obtenir une augmentation sur la vîtesse du bateau en réduisant le diamètre des roues, pourvu que la chaudière fournisse plus de vapeur que la machine n'en consomme.

Si l'on augmentoit le diamètre des roues, le bateau perdroit de sa vîtesse; mais on seroit obligé de prendre ce parti, après avoir donné aux aubes toute l'étendue que les conditions auxquelles on est assujetti

Digitized by Google

permettent de leur donner, si la machine marchoit encore avec trop de vîtesse pour que la chaudière suffît à la production de la vapeur.

Enfin, si l'on diminue le diamètre des roues, en retranchant une partie de chaque aube, la vîtesse du bateau augmentera, parce que r diminuera, mais on consommera plus de vapeur que si, en opérant le changement du diamètre, on eût conservé les mêmes aubes. Cette remarque confirme ce que j'ai dit, page 54, à l'occasion du bateau *le Clermont*.

Lorsqu'on modifie le mécanisme qui transmet aux roues le mouvement du piston, les quantités r, U, V et v se changent en r', U', V' et v', et au lieu d'avoir

$$V = \frac{1}{b}\sqrt{\frac{mqhP}{kr}} \text{ et } v = \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{a}\right)\sqrt{\frac{mqhP}{kr^3}},$$

on a $V' = \frac{1}{b}\sqrt{\frac{mqhP}{kr'}}$, et $v' = \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{a}\right)\sqrt{\frac{mqhP}{kr'^3}}$, et par conséquent

$$V' = V\sqrt{\frac{r}{r'}},\ V' = V\sqrt[3]{\frac{v'}{v}},\ v' = v\sqrt{\frac{r^3}{r'^3}},\ r' = r\sqrt[3]{\frac{v^2}{v'^2}}.$$

Ainsi, quand le piston ne prend pas toute la vîtesse que la quantité de vapeur fournie par la chaudière lui permettroit de prendre, si le mécanisme étoit changé, la vîtesse du bateau se trouve réduite proportionnellement à la racine cubique de la vîtesse du piston, et c'est en raison inverse de la racine cubique du carré de cette vîtesse qu'il faut diminuer le rapport r pour que le bateau acquière la totalité de la vîtesse que la machine est capable de lui imprimer.

La valeur de V, que j'ai examinée dans ce paragraphe, contenant moins de quantités que celle qui a été trouvée précédemment (n.° 3), sera plus facile à comparer avec les vîtesses observées; mais, avant d'entreprendre cette comparaison, il convient de remplacer quelques-unes des quantités dont elle est composée par d'autres plus aisées à mesurer.

Soit p le diamètre du piston, et ϖ le rapport du diamètre à la circonférence, on aura

$$P = \frac{\varpi p^2}{4}.$$

Digitized by Google

Dans les bateaux d'Amérique, les roues font ordinairement un tour à chaque double mouvement du piston; ainsi, en désignant par c la course du piston, et par n le nombre de tours que font les roues dans une minute, on a

$$v = \frac{2nc}{60} = \frac{nc}{30}.$$

En nommant D le diamètre absolu des roues à aubes, on pourra représenter par δD le diamètre moyen, δ étant un coefficient à déterminer par l'expérience, et l'on aura

$$U = \frac{n \times \varpi \delta D}{60},$$

et, par conséquent, $r = \frac{U}{v} = \frac{\varpi \delta D}{2c}$.

La surface b^2 dépend de la forme du bateau et peut-être de sa vîtesse, mais, comme il est certain qu'elle augmente à mesure que le tirant d'eau et la largeur du bateau augmentent, quand on s'en tient à des généralités, on peut, faute de pouvoir mettre une plus grande précision, supposer cette surface proportionnelle au parallélogramme circonscrit au maître couple, que je représenterai par B, et qu'on obtiendra en multipliant la largeur et le tirant d'eau du bateau l'un par l'autre, et l'on aura

$$b^2 = \beta B.$$

β désignant un nombre que l'expérience fera connoître.

Substituant les valeurs de P, r et b, dans celle de

$$V = \sqrt{\frac{mqhP}{krb^2}}.$$

On pourra la mettre sous cette forme,

$$V = \sqrt{\frac{mq}{2k\beta\delta}} \sqrt{\frac{hcp^2}{BD}}.$$

La valeur de q, qui est la densité du mercure, est égale à 13,6; celle de k, lorsque les corps exposés au choc de l'eau ont peu d'épaisseur, comme dans le cas des aubes, approche de soixante kilogrammes, ou de 0,06, en prenant le poids du mètre cube ou le tonneau pour unité;

Digitized by Google

mais plusieurs circonstances rendent difficile la détermination de m, de β et de δ, qui, à la rigueur, varient, non-seulement d'un bateau et d'une machine à l'autre, mais encore dans le même bateau et la même machine, selon que les vitesses sont plus ou moins fortes, et à mesure que les enduits, les garnitures, et en général les parties du mécanisme se polissent ou s'usent.

On ne doit donc pas s'attendre à trouver, dans tous les cas, le même résultat; et les bateaux les mieux disposés seront ceux dans lesquels $\frac{m}{k\delta}$ sera le plus grand.

8. Pour l'objet que j'ai en vue, les valeurs particulières de k, m, q, β et δ ne sont pas indispensables; il suffit de connoître la quantité $\sqrt{\frac{mq}{2k\beta\delta}}$ que j'ai désignée, page 59, sous le nom de *multiplicateur*, et dont j'ai rapporté les valeurs pour dix bateaux dans la dernière colonne du tableau comparatif. En la représentant par M, on aura

$$V = M\sqrt{\frac{hcp^2}{BD}}.$$

9. Il convient aussi d'introduire dans l'équation

$$U = \left(1 + \frac{b}{a}\right)V$$

des quantités aisées à mesurer. Déjà l'on a trouvé

$$b^2 = \beta B \text{ et } U = \frac{n\varpi\delta D}{60},$$

et en représentant par A la surface d'une des aubes, on peut remplacer a^2 par αA, le coefficient α dépendant du nombre d'aubes qui agissent en même temps : alors on aura

$$\frac{n\varpi\delta D}{60} = \left(1 + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\sqrt{\frac{B}{A}}\right)V,$$

et, par conséquent,

$$D = \frac{60\left(1 + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\sqrt{\frac{B}{A}}\right)}{\varpi\delta} \times \frac{V}{n}$$

La quantité $\frac{60}{\varpi\delta}\left(1 + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\sqrt{\frac{B}{A}}\right)$ est celle que j'ai appelée *fac-*

Digitized by Google

teur du diamètre des roues, et dont la valeur moyenne est égale à trente. En la désignant par F, on aura $D = F\frac{V}{n}$.

10. La recherche particulière de α, de β et de δ seroit bien importante, mais elle présente de grandes difficultés; si on les évite, en considérant que le facteur F est sensiblement le même dans tous les bateaux cités dans le tableau comparatif, c'est s'arrêter au degré de perfection de ces bateaux, tandis qu'il faudroit viser à le dépasser.

En attendant que de nouvelles expériences en aient fourni les moyens, les équations (n.os 8 et 9)

$$V = M\sqrt{\frac{hcp^3}{BD}} \quad \text{et} \quad D = F\frac{V}{n},$$

dans lesquelles les coefficiens M et F doivent être considérés comme ayant pour valeur moyenne, déterminée par l'expérience, environ vingt-deux (1) et trente, peuvent servir à résoudre les questions relatives aux proportions et aux dimensions principales des machines et des bateaux à vapeur, pourvu qu'ils soient comparables à ceux d'Amérique.

La première de ces équations apprend qu'il est avantageux de diminuer le diamètre des roues, mais en les combinant toutes les deux, éliminant V, et prenant la valeur de n,

$$n = MF\sqrt{\frac{hcp^3}{BD^3}},$$

on voit qu'on ne peut diminuer le diamètre des roues, à moins que la chaudière ne produise assez de vapeur pour leur faire faire un plus grand nombre de tours.

En éliminant D on a $\quad V = \sqrt[1]{\frac{M^2}{F} \times \frac{nhcp^3}{B}}$;

ce qui revient à-peu-près à $\quad V = 2{,}53\sqrt{\frac{nhcp^3}{B}}$.

En calculant, d'après cette expression de V, les vitesses des neuf premiers bateaux compris dans le tableau comparatif, on trouve que

(1) Si on prenoit 23,41 pour multiplicateur (*voir* la note de la page 17), on trouveroit 8f,25 pour la vitesse du bateau *l'Africain*, ce qui seroit beaucoup trop fort. Ce n'est pas le multiplicateur 22 qui a donné un résultat trop foible dans le calcul de la note de la page 59, mais le nombre 35 qui répond à-peu-près au multiplicateur 20.

Digitized by Google

l'erreur est, en général, moindre que le dixième de leur valeur réelle, et l'on ne peut attendre une plus grande exactitude d'une formule à laquelle on ne pouvoit donner beaucoup de généralité qu'en négligeant un certain nombre de considérations.

On conçoit que si le bâtiment est peu propre à la marche, il faudra employer un coefficient plus petit que 2,53, par exemple, 2,25; et qu'au contraire si, par la forme du bâtiment, il ne doit éprouver que peu de résistance, on obtiendra une vîtesse plus rapprochée de la vîtesse réelle en prenant 2,75. Le coefficient qui conviendroit au *Savannah* seroit 3,01, si toutefois il ne restoit aucune incertitude sur la vîtesse de ce bâtiment.

11. Si l'on considère B comme l'inconnue, on aura

$$B = \frac{M^2}{F}\,\frac{nhcp^2}{V^3}, \text{ ou à-peu-près } B = \frac{16\,nhcp^2}{V^3}.$$

Ainsi, étant donnée une machine à vapeur, on connoîtra la surface du parallélogramme qui auroit pour hauteur le tirant d'eau, et pour base la largeur du bateau qu'elle pourroit faire mouvoir avec une vîtesse déterminée.

12. La même équation donne

$$nhcp^2 = \frac{F}{M^2}\,B\,V^3, \text{ ou bien } nhcp^2 = \frac{BV^3}{16};$$

ce qui fera connoître la force que doit avoir une machine pour faire prendre à un bateau d'une grandeur déterminée une vîtesse donnée; on voit que cette force augmente avec le cube de sa vîtesse.

13. On a trouvé ci-dessus (n.° 7)

$$v = \frac{cn}{30}; \text{ ainsi } cn = 30\,v.$$

En substituant cette valeur dans celle de V (n.° 10), on aura

$$V = \sqrt[3]{\frac{M^2}{F} \times \frac{30\,vhp^2}{B}};$$

et lorsque la vîtesse v sera égale à environ $0^m,8$, comme dans la plupart des bateaux d'Amérique, on aura $V = 7,3\sqrt[3]{\frac{hp^2}{B}}$.

Digitized by Google

On pourra prendre B ou hp^2 pour inconnue, et se servir de cette équation, comme de la précédente, pour déterminer la grandeur du bateau ou la force de sa machine.

14. Il arrive souvent qu'on indique la force des machines à vapeur par le nombre de chevaux qu'il faudroit employer pour exécuter le même ouvrage.

Mais les mécaniciens ne sont pas d'accord à cet égard (et l'on ne doit pas s'en étonner, quand on réfléchit à la grande différence qu'il y a entre la force des chevaux); aussi cette indication est-elle vague et incertaine : presque toujours même on ne prend pour base que le diamètre du piston, sans tenir compte de sa vîtesse, ni de la tension de la vapeur, qui ont évidemment une grande influence sur l'effet d'une machine. Si l'on adopte pour évaluation du nombre de chevaux représentant la force de la machine soixante-six fois deux tiers le produit de la hauteur absolue de la colonne de mercure par le carré du diamètre du cylindre, et par la vîtesse moyenne du piston (1), on obtiendra la vîtesse d'un bateau en divisant le nombre de chevaux par la largeur et par le tirant d'eau de ce bateau, et en multipliant la racine cubique du quotient par le nombre moyen 1,94, ou par les nombres 1,75 et 2,13, pour avoir les limites inférieures et supérieures de la vîtesse (2).

15. Deux conséquences résultent immédiatement de ce que je viens de dire : la première est qu'on aura la force de la machine à vapeur propre à mouvoir un bateau avec une vîtesse donnée, en multipliant le cube de la vîtesse par la largeur et par le tirant d'eau du bateau,

---

(1) Je ne présente point cette évaluation dans l'intention de la faire recevoir. Il est même évident que le coefficient soixante-six deux tiers doit varier suivant la grandeur et la disposition des machines. Dans certaines machines, ce nombre seroit trop fort et dans d'autres trop foible.

(2) Lorsque les dimensions sont exprimées en pieds, il faut employer 12,6 au lieu de 1,94, et conséquemment les nombres 11,3 et 13,9 au lieu de 1,75 et 2,13.

On auroit pu annoncer que la vîtesse du bateau *le Voyageur*, construit à Lorient, qui a vingt-deux pieds de largeur et six pieds de tirant d'eau, et dont la machine peut être supposée de la force de trente-deux chevaux, auroit été de plus de sept pieds. En effet, en divisant trente-deux par six fois vingt-deux, ou par cent trente-deux, on a 0,242424, dont la racine cubique est 0,62, et ce nombre multiplié par 11,3 donne $7^p,006$. La vîtesse *du Voyageur* a été trouvée de $7^p,13$ à $7^p,49$, quoique ce bateau, ayant été destiné à porter une artillerie considérable, présente une grande surface à l'action du vent.

Digitized by Google

et divisant le produit par 7,26, ou bien par six, si la forme du bateau l'exigeoit.

La deuxième, qu'on connoîtra la surface du parallélogramme qui auroit la largeur d'un bateau pour base et son tirant d'eau pour hauteur, en divisant par le cube de la vitesse le nombre de chevaux qui représente la force de la machine, et multipliant le quotient par 7,26, ou seulement par six, si le bateau, par l'effet de sa forme, est dans le cas d'éprouver une grande résistance.

16. Tout ce qui précède a rapport au mouvement des bateaux dans une eau tranquille; la navigation des rivières exige dans le calcul un élément de plus; c'est la vitesse du courant.

Il est visible que la vitesse absolue du bateau, c'est-à-dire sa vitesse par rapport au rivage, sera égale à celle qu'il acquerroit dans une eau tranquille augmentée ou diminuée de celle du courant, selon que le bateau va en descendant ou en remontant.

Or, la vitesse du bateau dans une eau tranquille est égale (n.° 3) à

$$\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^3\left(1+\frac{b}{a}\right)}}.$$

Ainsi en représentant par $V_{,}$ la vitesse absolue du bateau et par u celle du courant, on aura

$$V_{,} = \pm u + \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^3\left(1+\frac{b}{a}\right)}},$$

le signe supérieur se rapportant aux bateaux qui descendent, et le signe inférieur à ceux qui remontent.

17. Le premier cas ne donne lieu à aucune observation importante; mais dans le second, il est clair que la machine doit être assez forte pour que la vitesse qu'elle imprime au bateau dans une eau tranquille soit plus grande que celle de la rivière. Autrement le bateau lutteroit vainement contre le courant ou descendroit entraîné avec une vitesse égale à l'excès de la vitesse de l'eau sur celle qui seroit produite par la machine.

Si cette dernière ne surpassoit que très-peu l'autre, le bateau avanceroit lentement et consommeroit une grande quantité de combustible;

Digitized by Google

la consommation seroit également très-grande si, pour obtenir plus de vîtesse, on faisoit usage d'une machine très-forte : il est donc utile de rechercher qu'elle seroit la force de la machine qui occasionneroit la moindre dépense. Or, lorsque la tension de la vapeur et par conséquent la température est déterminée, la consommation du combustible dans les machines du même genre est sensiblement proportionnelle à celle de la vapeur; mais il est évident que la quantité de vapeur dépensée dans une seconde est égale à la surface du piston, multipliée par l'espace qu'il parcourt dans une seconde, c'est-à-dire à $P \times v$, et que le temps nécessaire au bateau pour faire un certain trajet est en raison inverse de la vîtesse absolue V_1, ainsi la consommation de combustible est proportionnelle à $\frac{Pv}{V_1}$.

De la valeur de

$$V_1 = \pm u + \sqrt[3]{\frac{mghPv}{kb^3\left(1 + \frac{b}{a}\right)}},$$

on tire

$$Pv = \frac{kb^3}{mgh}\left(1 + \frac{b}{a}\right)(V_1 \mp u)^3.$$

Par la substitution de cette valeur de Pv, l'expression $\frac{Pv}{V_1}$ devient

$$\left(1 + \frac{b}{a}\right)\frac{(V_1 \mp u)^3}{V_1}\frac{kb^3}{mgh},$$

et, en appliquant la regle ordinaire de *maximis et minimis*, on trouve

$$3\,V_1(V_1 \mp u)^2 - (V_1 \mp u)^3 = 0.$$

Il faut donc que l'on ait, soit

$$V_1 \mp u = 0,$$

soit

$$3\,V_1 - (V_1 \mp u) = 0.$$

Le premier facteur donne $V_1 = \pm u$. Cette valeur ne correspond pas à un *minimum* proprement dit. C'est la vîtesse d'un bateau qui seroit abandonné au courant ; aussi ne peut-elle avoir lieu qu'autant que le terme de la valeur de V_1, qui est relatif à la force de la machine, soit nul, et réduit-elle à zéro l'expression de la quantité de combustible.

Digitized by Google

Le deuxième facteur donne $V_{,} = \mp \frac{1}{2} u$, ce qui apprend que la vitesse absolue doit être la moitié de la vitesse du courant.

La valeur négative qui correspond au cas d'un bateau descendant indique le même *minimum* que l'autre, puisqu'en changeant la direction du mouvement d'un bateau qui descend, on le fait remonter : c'est ce qu'il est d'ailleurs aisé de vérifier en combinant l'équation $V_{,} = \mp \frac{1}{2} u$ avec l'équation

$$V_{,} = \pm u + \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2\left(1 + \frac{b}{a}\right)}},$$

puisque l'équation

$$\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2\left(1 + \frac{b}{a}\right)}} = \mp \frac{3}{2} u,$$

à laquelle on parvient, indique que la vitesse $\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2\left(1 + \frac{b}{a}\right)}}$, due à l'effet de la machine (n.° 3), doit être égale à $-\frac{3}{2} u$ lorsque le bateau descend, et à $+\frac{3}{2} u$ lorsqu'il remonte, ce qui est évidemment la même chose, une vitesse négative en descendant ne différant pas d'une vitesse positive en montant.

18. Je vais maintenant examiner le mouvement d'un bateau à vapeur lorsque la machine au lieu d'être employée à faire tourner des roues à aubes, est appliquée à un treuil sur lequel s'enroule une corde attachée à un point fixe.

Dans cette disposition, le moment de la force motrice $mqhP \times v$ doit être égal au moment $kb^2 V^2 \times V$ de la résistance que l'eau oppose au bateau, autrement dit la force motrice $mqhP$, agissant sur le piston avec la vitesse v, exercera sur la corde qui s'enroule avec la vitesse V, un effort $mqhP \times \frac{v}{V}$ qui fera équilibre à la résistance $kb^2 V^2$, on aura donc

$$mqhP \frac{v}{V} = kb^2 V^2,$$

ou

$$mqhP \times v = kb^2 V^3,$$

d'où l'on tire

$$V = \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}.$$

Digitized by Google

19. En comparant cette vîtesse avec celle du bateau mis en mouvement par des roues à aubes, pour lequel on a trouvé (n.° 3),

$$V = \frac{\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}}{\sqrt[3]{\left(1 + \frac{b}{a}\right)}},$$

on verra que l'usage d'un treuil procurera toujours une vîtesse plus grande que celui des roues à aubes; car la quantité

$$\sqrt[3]{1 + \frac{b}{a}}$$

ne peut se réduire à l'unité que quand $b = o$, ou $a = \infty$, et ni l'une ni l'autre de ces circonstances ne sauroit avoir lieu.

L'équation $U = \left(1 + \frac{b}{a}\right) V$, (n.° 1) qui exprime la relation entre la vîtesse du bateau V et celle des aubes U, donne

$$\sqrt[3]{1 + \frac{b}{a}} = \sqrt[3]{\frac{U}{V}}.$$

Ainsi la vîtesse qui résulte de l'usage du treuil est plus grande que celle que procure l'emploi des roues à aubes dans le rapport de la racine cubique de la vîtesse des aubes à la racine cubique de la vîtesse que les roues font prendre au bateau.

20. Lorsque le bateau qui fait usage d'un treuil se meut dans une rivière, la vîtesse avec laquelle il choque l'eau est égale à $V_{,} \mp u$ (en conservant la notation de l'article 16), et la résistance qu'il éprouve $= kb^2 (V_{,} \mp u)^2$.

La force motrice $mqhP$, qui enroule la corde sur le treuil avec une vîtesse égale à $V_{,}$, ne peut produire pour vaincre la résistance qu'un effort égal à $mqhP \times \frac{v}{V_{,}}$, il faut donc que l'on ait

$$mqhP \frac{v}{V_{,}} = kb^2 (V_{,} \mp u)^2.$$

21. La résolution de cette équation conduiroit à une valeur de $V_{,}$ très-compliquée, dont il seroit difficile de tirer des conséquences applicables à la pratique; mais en mettant l'équation sous cette forme,

$$(V_{,} \mp u)^3 = \frac{mqhPv}{kb^2} \frac{V_{,} \mp u}{V_{,}},$$

Digitized by Google

et prenant la racine cubique de chaque membre, ce qui donne

$$V_1 \mp u = \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2} \times \left(1 \mp \frac{u}{V_1}\right)},$$

on aperçoit aisément que la vîtesse relative $V_1 + u$ des bateaux qui remontent est plus grande que $\sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}}$, qu'au contraire celle des bateaux qui descendent est plus petite. Or cette quantité, qui est précisément la vîtesse que le bateau placé dans une eau tranquille prendroit par le moyen d'un treuil (n.° 18), est plus grande que la vîtesse que lui donneroient des roues à aubes : ainsi il est plus avantageux de se servir d'un treuil que de roues à aubes pour remonter une rivière.

22. Quant à la descente, il sera souvent préférable d'employer des roues. Pour déterminer les cas où l'on doit faire usage de l'un ou de l'autre moyen, il faudroit résoudre l'équation $mqhP\frac{v}{V_1} = kb^2(V_1 \mp u)^3$, et comparer la valeur de V_1 avec celle de la vîtesse absolue du bateau à roues, qu'on a trouvée ci-dessus (n.° 16) égale à

$$\pm u + \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2\left(1 + \frac{b}{a}\right)}}.$$

Mais pour éviter les formules composées auxquelles conduiroit cette marche, on peut avoir recours au moyen de vérification qui résulte des considérations suivantes.

De la valeur de la vîtesse des aubes, trouvée au commencement de cette note (n.° 3), savoir :

$$U = \sqrt[3]{\frac{mqhPv}{kb^2}\left(1 + \frac{b}{a}\right)^2},$$

on tire

$$\frac{1}{1 + \frac{b}{a}} = \sqrt{\frac{mqhPv}{kb^2U^3}},$$

et l'expression précédente de la vîtesse absolue du bateau à roues devient, dans le cas où le bateau descend,

$$u + \sqrt{\frac{mqhPv}{kb^2U}}.$$

Digitized by Google

L'équation $mqhP\frac{v}{V_1} = kb^2 (V_1 \mp u)^2$ (n.° 20) peut, dans le même cas, être mise sous la forme

$$V_1 = u + \sqrt{\frac{mqhPv}{kb^2 V_1}}.$$

Ainsi la vîtesse absolue du bateau à roues à aubes sera plus grande que la vîtesse absolue V_1 du bateau à treuil, si

$$\sqrt{\frac{mqhPv}{kb^2 U}} > \sqrt{\frac{mqhPv}{kb^2 V_1}},$$

ou, en réduisant, si $\qquad V_1 > U.$

Le cas dans lequel il seroit indifférent de faire usage des roues ou du treuil a lieu quand $V_1 = U$, mais alors l'équation (n.° 20)

$$mqhP\frac{v}{V_1} = kb^2 (V_1 - u)^2,$$

devient $\qquad mqhPv = kb^2 (U - u)^2 U,$

et comme on a (n.° 6)

$$UV^2 = \frac{mqhPv}{kb^2},$$

on aura $\qquad UV^2 = (U - u)^2 U,$

et, par conséquent,

$$V = U - u, \text{ ou } V + u = U, \text{ et } V - U = u \text{ (1)}.$$

23. Ainsi lorsqu'un bateau descendant une rivière est disposé de manière à pouvoir se servir d'un treuil ou de roues à aubes, il sera

---

(1) Ces calculs paraîtront peut-être indirects; on arrivera à la même conséquence en représentant par x la différence entre les vîtesses absolues dans les deux hypothèses, l'emploi d'un treuil ou des roues à aubes, et cherchant si la valeur de x est positive ou négative. On aura les trois équations

$$x = V_1 - (V + u),\ mqhP\frac{v}{V_1} = kb^2 (V_1 - u)^2 \text{ (n.° 20)}, \text{ et } UV^2 = \frac{mqhPv}{kb^2}, \text{ (n.° 6)},$$

par l'élimination de k et de V_1, on trouvera

$$(V + x)^2 (V + x + u) = UV^2,$$

ou $\qquad x^3 + (3V + u)x^2 + (3V + 2u)Vx + (V + u - U)V^2 = 0;$

équation dont le dernier terme seul est susceptible de devenir négatif, et qui, par conséquent, ne peut avoir de racines positives qu'autant que $U > V + u$, ou que $U - V > u$.

Digitized by Google

avantageux d'abandonner l'usage du treuil si la vîtesse absolue du bateau est plus grande que la vîtesse ordinaire des aubes, ou, ce qui en est une conséquence, si la vîtesse du courant est plus grande que la vîtesse avec laquelle les aubes choquent l'eau.

On voit d'après cela que, sans même avoir égard aux embarras que donne le treuil, il conviendroit rarement de l'employer pour descendre une rivière.

24. Après tout ce que je viens d'exposer relativement aux bateaux à vapeur, il me reste peu de remarques importantes à faire sur les bateaux à manége.

Lorsqu'on attend pour considérer le mouvement qu'il soit devenu uniforme, la nature de la force motrice est évidemment indifférente, pourvu que sa valeur soit la même. Si donc la force totale des chevaux attelés au manége, qui est placé sur le bateau, est représentée par C, leur vîtesse par $v_{,}$, et que l'on conserve d'ailleurs la même notation que précédemment (n.os 1 et et 2), en comparant la résistance du bateau à celle des aubes, on trouvera

$$kb^2 V^2 = ka^2 (U - V)^2 \text{ ou } bV = a(U - V);$$

et, en comparant la résistance des aubes à l'effet du manége,

$$ka^2 (U - V)^2 = C \times \frac{v_{,}}{U},$$

ou plutôt

$$ka^2 (U - V)^2 = m, C \frac{v_{,}}{U};$$

car ici, comme lorsqu'on emploie une machine à vapeur (n.° 3), il convient, pour tenir compte de la force perdue par les frottemens, de ne faire entrer dans le calcul qu'une portion m, C de la force motrice.

On tirera de ces deux équations des conséquences tellement analogues à celles auxquelles les équations relatives aux bateaux à vapeur ont conduit, qu'il est inutile de s'y arrêter.

25. Il est même évident qu'en général il suffit de remplacer $mqhPv$, dans les formules qui se rapportent aux machines à vapeur, par m, Cv, pour avoir celles qui sont relatives à l'usage d'un manége.

Digitized by Google

Ainsi, lorsque les chevaux seront appliqués à mouvoir un treuil (n.° 18), on aura

$$m_{,} C v_{,} = k b^{2} V^{3}.$$

26. La même équation serviroit si le manége étoit établi à terre et la corde attachée au bateau; et si, par hasard, la vîtesse V du bateau se trouvoit égale à la vîtesse v, qu'ont les chevaux du manége, les choses se passeroient comme si les chevaux tiroient directement le bateau en marchant sur un chemin de halage, et l'équation se réduiroit à

$$m_{,} C = k b^{2} V^{2},$$

dans laquelle $m_{,}$ dépend de l'obliquité de la cordelle.

27. On trouveroit pareillement que la vîtesse absolue du bateau à manége, qui descend ou qui remonte une rivière, en faisant usage de roues à aubes (n.° 16), est égale à

$$\pm u + \sqrt[3]{\frac{m_{,} C v_{,}}{k b^{2}} \frac{1}{1 + \frac{b}{a}}}.$$

28. La vîtesse du bateau à manége qui emploieroit un treuil seroit (n.° 20) la valeur de $V_{,}$, tirée de l'équation

$$m_{,} C v_{,} = k b^{2} (V_{,} \mp u)^{2} V_{,}.$$

Cette équation donneroit également la vîtesse du bateau, si le manége étoit établi au point fixe.

29. Lorsque les chevaux agissent sur une cordelle, leur vîtesse devient égale à celle du bateau; mais comme ils ne peuvent changer de vîtesse sans que leur force ne varie, si l'on représente par $V_{,}'$ la vîtesse que le bateau prendra, ce ne sera pas assez de faire $v_{,} = V_{,}'$ et $V_{,} = V_{,}'$ dans l'équation précédente, il faudra encore remplacer par de nouvelles expressions C' et $m_{,}'$ les quantités que C et $m_{,}$ représentent: alors on aura

$$\frac{m_{,}' C' V_{,}'}{k b^{2}} = (V_{,}' \mp u)^{2} \times V_{,}',$$

qui se réduit à $$\frac{m_{,}' C'}{k b^{2}} = (V_{,}' \mp u)^{2},$$

Cette équation se vérifieroit si l'on substituoit à $V_{,}'$, C', u, &c. des

Digitized by Google

résultats d'observations; mais elle ne suffit pas pour déterminer *à priori* les quantités dont elle est composée, parce qu'on ne peut pas se donner arbitrairement $V_{,}'$ et C' à-la-fois, attendu que la force C' produite par les chevaux dépend de la vîtesse avec laquelle on les fait agir.

Si l'on pouvoit exprimer cette dépendance par une équation, en combinant cette équation avec la précédente, on obtiendroit les valeurs de $V_{,}'$ et de C', lorsque b, k, u et $m_{,}'$ seroient connues. La valeur de $m_{,}'$, qui est égale à l'unité lorsque le tirage se fait dans la direction du bateau, est d'autant plus petite que le tirage est plus oblique. La relation entre C' et $V_{,}'$ est inconnue; c'est à l'expérience à la déterminer.

30. De ce qu'il suffit (n.° 25) de substituer $m_{,}\, C\, v_{,}$ à la place de $mqhPv$ dans les équations qui se rapportent au mouvement des bateaux à vapeur, pour avoir celles qui conviennent aux bateaux à manége, il suit que l'emploi des chevaux ou de la vapeur seroit indifférent si l'on avoit

$$m_{,}\, C v_{,} = mqhPv.$$

Or, $m_{,} C v_{,}$ exprime l'effet utile des chevaux pendant une seconde, et $mqhPv$, celui d'une machine à vapeur pendant le même temps. Si donc les machines à vapeur avoient précisément la force d'un attelage d'un nombre de chevaux égal à celui par lequel on a coutume d'indiquer leur force, elles produiroient, dans les mêmes circonstances, sur un bateau ou à terre, exactement le même effet que ce nombre de chevaux.

31. On voit donc que la comparaison d'un bateau mis en mouvement par une machine à vapeur, à un bateau tiré par des chevaux, comme cela se pratique ordinairement, se réduit, dans toutes les circonstances, à celle des bateaux mus par des chevaux.

Or, lorsqu'un bateau à manége est mis en mouvement par l'action d'une roue à aubes sur l'eau, on a, par la comparaison au paragraphe 6,

$$(V_{,} \mp u)^2\, U = \frac{m_{,}\, C\, v_{,}}{k b^2};$$

et lorsque les chevaux tirent sur un chemin de halage, on a (n.° 29)

$$k b^2\, (V_{,}' \mp u)^2 = m_{,}'\, C';$$

Ec

éliminant b entre ces deux équations, il vient

$$\frac{m_1 C v_1}{m_1' C'} = U \times \left(\frac{V_1 \mp u}{V_1' \mp u}\right)^2,$$

d'où l'on tire

$$m_1 C v_1 = m_1' C' U \left(\frac{V_1 \mp u}{V_1' \mp u}\right)^2.$$

Si l'on veut que la vîtesse du bateau soit la même par l'un ou l'autre moyen, on aura

$$V_1 = V_1',$$

et, par conséquent,

$$m_1 C v_1 = m_1' C' U,$$

équation qu'on peut mettre sous cette forme :

$$m_1 C v_1 = m_1' C' V_1' \frac{U}{V_1'}.$$

32. Ainsi, lorsque la vîtesse absolue V_1' est plus grande que la vîtesse U des aubes, ce qui arrive en descendant une rivière, dès que la vîtesse de l'eau est un peu considérable, la quantité de mouvement utile des chevaux n'a pas besoin d'être aussi grande que celle des chevaux attelés à la cordelle, et le manége est préférable.

33. Au contraire, lorsque la vîtesse absolue V_1' est plus petite que la vîtesse des aubes U, ce qui a lieu en remontant une rivière et même en descendant quand le courant est peu sensible, il faut que la quantité de mouvement des chevaux du manége soit plus grande que celle des chevaux appliqués à la cordelle dans le rapport de U à V_1', rapport qui peut devenir très-grand. Par exemple, si la vîtesse absolue V_1' étoit égale à $\frac{1}{3} u$ (ce qui, quand on fait usage d'une machine à vapeur, correspond à la moindre consommation de combustible) (n.° 17), la vîtesse relative du bateau seroit égale à $u + \frac{2}{3} u$ ou à $\frac{5}{3} u$ et la vîtesse des aubes U seroit plus grande que $\frac{5}{3} u$: alors la quantité de mouvement $m_1 C v_1$ que le manége devroit produire, seroit plus grande que la quantité de mouvement $m_1' C' V_1'$ employée au halage, multipliée par $\frac{\frac{5}{3} u}{\frac{2}{3} u}$, c'est-à-dire par trois.

Digitized by Google

On peut remarquer à cette occasion que la vîtesse $v_{,}$ des chevaux d'un manége bien proportionné doit être déterminée de manière que le moment $Cv_{,}$ soit le plus grand possible, et que, dès-lors, le moment $C'V_{,}'$ est plus petit que la force dont les chevaux sont effectivement capables. Toutefois comme le coefficient $m_{,}$ est peu différent de l'unité, et que la complication du mécanisme peut réduire à une fraction beaucoup moindre le coefficient $m_{,}'$, et que d'ailleurs U est plus grand que $\frac{1}{2}u$, il pourroit s'établir une sorte de compensation dont la conséquence seroit que pour remonter une rivière avec une vîtesse égale à la moitié de celle du courant, par le moyen d'un manége ou d'une machine à vapeur d'une force équivalente, il faut que ce manége ait trois fois autant de chevaux que l'attelage qu'on emploieroit pour produire la même vîtesse en tirant à la cordelle.

Les désavantages des roues à aubes sont moindres lorsque la vîtesse absolue est plus considérable; si, par exemple, elle étoit double de celle du courant, la vîtesse relative seroit triple, et le rapport de U à $V_{,}'$ ne seroit guère que celui de 3 à 2, si les aubes étoient assez grandes pour que U surpassât peu $3u$.

34. Les inconvéniens du manége employé à faire tourner des roues, que les considérations précédentes établissent, tiennent à ce que l'eau se dérobe pour ainsi dire à l'action des aubes : mais lorsque cette machine est appliquée à un treuil, elle a sur le halage l'avantage de faire agir les chevaux avec la vîtesse qui leur convient le mieux.

Les deux équations

$$(V_{,} \mp u)^2 V_{,} = \frac{m_{,}Cv_{,}}{kb^2} \text{ (n.° 28)},$$

et

$$(V_{,}' \mp u)^2 = \frac{m_{,}'C'}{kb^2} \text{ (n.° 29)},$$

que, dans ce cas, il est question de comparer, donnent

$$m' Cv_{,} = m'_{,} C' \left(\frac{V_{,} \mp u}{V_{,}' \mp u}\right)^2 V_{,},$$

équation qui, lorsque l'on veut avoir la même vîtesse, se réduit à

$$m_{,} Cv_{,} = m'_{,} C' V'_{,}.$$

Or, si le manége n'a pas de défauts importans, $m_{,}$ différera peu de $m_{,}'$

Digitized by Google

et comme Cv, est supposé le plus grand moment possible, il faudra moins de chevaux pour l'obtenir qu'il n'y en a pour produire le moment $C'V_{,}'$, dans lequel la vitesse $V_{,}'$ est trop grande ou trop petite pour procurer toute la force dont les chevaux sont susceptibles.

Il faudroit connoître la relation entre la force des chevaux et leur vitesse, la perte de force occasionnée par les frottemens et les défauts de la machine et du manége pour arriver à des résultats plus précis : des expériences exactes et répétées dans diverses circonstances sont le seul moyen d'y conduire.

Digitized by Google

NOTE SEPTIÈME

Sur la force de la vapeur dans les machines à haute pression de M. EVANS.

J'AVOIS donné d'abord au paragraphe relatif aux machines à expansion plus d'étendue, dans l'intention de faire connoître en détail les principes et les machines à vapeur de M. Evans, mais M. Doolittle ayant publié en français avec des additions très-intéressantes l'ouvrage de cet habile mécanicien, j'ai dû rentrer dans mon objet spécial et me borner à décrire la machine du bateau *l'Ætna* (1), en supprimant les développemens qu'on peut trouver dans le livre de M. Doolittle.

Quoique les propriétés de la vapeur soient encore peu connues, il paroît cependant résulter de quelques expériences et particulièrement de celles de M. Dalton, 1.° que la quantité d'eau qui s'évapore pendant un certain temps est d'autant plus grande que la température est plus élevée et même qu'elle est proportionnelle à la force de la vapeur naissante, à la température où l'évaporation a lieu ; 2.° que si l'on augmente ou diminue la pression d'une certaine quantité de vapeur naissante, cette vapeur prend en se comprimant ou se dilatant la température nécessaire pour rester à l'état de vapeur naissante, pourvu toutefois qu'aucune circonstance étrangère ne l'échauffe ou ne la refroidisse. Cette dernière propriété est analogue à celle de l'air qui, étant comprimé vivement, met le feu à de l'amadou, et à celle des métaux, du fer, par exemple, qui, étant battu à coups redoublés ou frotté rapidement, devient souvent incandescent.

Il suit de la première propriété que, si l'on tient sur un fourneau une chaudière dans laquelle la vapeur soit soumise à une pression égale à dix fois celle de l'atmosphère, à compter du moment où l'ébullition

(1) La chaudière d'un bateau de ce nom a crevé dans la baie de New-York, le 15 mai 1824 (Voir *the Courier* du 17 juin ou *le Moniteur* du 23 juin). *L'Ætna* que j'ai décrit naviguoit sur la Delaware.

Digitized by Google

commencera, il se vaporisera dans un temps donné dix fois autant d'eau que si la pression étoit simplement égale à celle de l'atmosphère, et la vapeur qu'on obtiendra sera dix fois plus forte, et en admettant même que la consommation du combustible soit décuple (1), il restera encore à l'avantage de la vapeur à haute pression toute sa force expansive.

Ce résultat est très-favorable à l'emploi de la vapeur à une haute pression, mais je crains d'avoir donné dans le raisonnement qui y conduit trop d'extension à la loi de l'évaporation de M. Dalton, en l'appliquant à la vaporisation, sans avoir égard à la pression ou à l'état du milieu dans lequel le liquide est placé. Quoi qu'il en puisse être, la seconde propriété de la vapeur naissante mène à la même conséquence, et si cette propriété est bien constatée, elle ne doit laisser aucun doute sur l'avantage de la formation des vapeurs à une haute pression. Il en résulte en effet qu'une certaine quantité de vapeur d'eau, sous quelque pression qu'elle se soit formée, exigera toujours pour être condensée la même quantité d'eau froide, et qu'elle élèvera toujours d'un même nombre de degrés la température de l'eau de condensation; car il est toujours permis de supposer qu'avant que la condensation s'opère, la vapeur dont la pression est la plus forte a eu la faculté de s'étendre

(1) Si au moment où les gaz dégagés par la combustion passent dans la cheminée et cessent d'être en contact avec les parois de la chaudière, ils n'avoient que la température de l'eau qu'elle renferme, il faudroit, en supposant la combustion complète et sans aucune perte, moins de combustible pour entretenir l'ébullition à une foible pression qu'à une forte, parce que les gaz s'échapperoient dans le premier cas à une moindre température que dans le second; mais les fourneaux ne sont jamais assez bien construits pour cela; quoique la température de la vapeur, dont la tension est égale à celle de l'atmosphère, soit de cent degrés, celle de la vapeur, dont la tension est décuple, est loin d'atteindre à deux cents degrés; la combustion ne peut s'opérer parfaitement qu'à une température beaucoup plus élevée : le courant des gaz étant rapide, l'eau n'a pas le temps d'en prendre la température. Ils arrivent à la cheminée bien avant que leur température soit réduite à celle de la vapeur. Les fourneaux sont souvent aussi chauds dans les machines à haute pression que dans celles à pression simple, et à moins d'une grande habitude dans la conduite du feu, si, dans un temps donné, l'on ne consomme pas à-peu-près autant de combustible dans ces dernières que dans les autres, on en consomme du moins plus de la dixième partie.

Ces considérations pourroient encore expliquer pourquoi, dans l'état actuel de nos fourneaux, il est préférable d'échauffer l'eau des bains par de la vapeur que par l'action immédiate du feu, je dis dans l'état actuel de nos fourneaux, car s'ils étoient construits de manière qu'il n'y eût aucune perte par les parois, les cheminées, &c, tous les modes seroient indifférens; la quantité d'eau qu'on peut faire bouillir avec une certaine quantité de combustible ayant une limite, si l'on n'atteint pas toujours cette limite, il ne faut attribuer la réduction qu'aux défectuosités de l'appareil.

Digitized by Google

de manière à être dans le même état que celle dont la pression est la plus foible, et dès qu'on admet que cette extension a lieu sans que les corps environnans changent de température, l'un des cas se trouve ramené à l'autre.

Ainsi donc, quand une fois l'eau est entrée en ébullition pour en vaporiser un certain poids, il faut constamment la même quantité de combustible, celle qui seroit rigoureusement nécessaire, si l'on pouvoit opérer sans aucune perte, pour élever l'eau de condensation à la température qu'elle acquiert par son union à la vapeur; d'où il suit, comme précédemment, qu'on peut obtenir sans plus de dépense autant de vapeur à une haute pression qu'à une foible.

Deux autres propriétés de la vapeur ont été admises par divers auteurs comme bases de leurs calculs. C'est, 1.° que le volume de la vapeur est en raison inverse des poids dont elle est chargée; 2.° qu'une augmentation de température d'un certain nombre de degrés double la force élastique de la vapeur naissante, quelle que soit d'abord sa température.

La première propriété qu'ils ont en général considérée d'une manière absolue ne peut cependant être vraie qu'autant que la température ne change pas, du moins si l'on en juge par analogie avec les autres fluides élastiques, et sur-tout avec l'air dont les expériences barométriques pour la mesure des montagnes confirment tous les jours les propriétés.

La seconde ne doit être considérée comme démontrée que pour des pressions qui s'élèvent peu au-dessus de celles de l'atmosphère, et encore même, dans ce cas, n'est-elle pas tout-à-fait confirmée par l'expérience.

Des expériences assez nombreuses tendent aussi à prouver que les vapeurs, tant quelles ne changent pas d'état, se dilatent ainsi que les gaz des 0,00375 de leur volume à la température de la glace fondante, pour chaque degré d'élévation du thermomètre centésimal.

Pour rendre sensible la différence des résultats auxquels on parvient par le calcul, selon qu'on tient compte ou non des changemens de température qui résultent de l'expansion de la vapeur, j'examinerai ce

Digitized by Google

qui arrive à un certain volume de vapeur retenu dans un cylindre vertical par un piston chargé d'une couche de mercure.

Soit P la surface du piston;

c la hauteur à laquelle se trouve le piston;

T la température en degrés centésimaux;

H la hauteur du mercure dont le piston est chargé;

i l'augmentation du volume des gaz pour chaque degré d'augmentation de température, quantité qui, d'après l'expérience, est égale à 0,00375 du volume à zéro;

$c \times P$ sera le volume de la vapeur.

Pour en bien suivre les variations, je supposerai d'abord qu'en maintenant la vapeur à la température T, on réduise la hauteur du mercure sur le piston à une quantité y' plus petite que celle que la vapeur peut supporter à la température de la glace fondante; alors le piston s'élèvera jusqu'à ce que le volume de la vapeur soit égal à $\frac{H}{y'} cP$. La vapeur étant dans cet état, on pourra, sans qu'elle se condense, en amener la température à zéro, et le volume se réduira en même temps à

$$\frac{1}{1+iT} \times \frac{H}{y'} cP.$$

Si l'on porte ensuite la température à un nombre quelconque de degrés z, on aura pour volume

$$\frac{1+iz}{1+iT} \times \frac{H}{y'} cP,$$

car, pour un changement d'un degré dans la température, l'augmentation de volume étant égale à i, pour un nombre, T ou z, de degrés, le volume varierа dans le rapport de 1 à $1+iT$, ou de 1 à $1+iz$.

Actuellement si, en tenant la vapeur à la température z, on la soumet à une pression quelconque y, le volume deviendra

$$\frac{1+iz}{1+iT} \cdot \frac{H}{y} \cdot cP.$$

Nommant donc x la hauteur qu'aura alors le piston, on aura

$$Px = \frac{1+iz}{1+iT} \cdot \frac{H}{y} cP,$$

Digitized by Google

équation qui se réduit à celle-ci :

$$x = \frac{1 + iz}{1 + iY} \cdot \frac{H}{y} \cdot c.$$

Les quantités z et y sont arbitraires, mais l'équation n'exprime la relation entre la hauteur du piston, la température et la pression de la vapeur, qu'autant qu'il ne s'opère aucune condensation.

C'est toujours par l'action de la vapeur naissante que les machines sont mises en mouvement: la pression dépend alors de la température; et il est aisé de vérifier qu'en appelant s le nombre de degrés dont la température doit augmenter pour que la force de la vapeur devienne double, l'équation

$$y = 0^{m},76 \times 2^{\frac{z - 100}{s}}$$

exprime la relation entre la température et la pression au moment où la vapeur se forme (1), la hauteur de la colonne de mercure qui cor-

---

(1) Il est visible, en effet, qu'en faisant dans cette formule $z = 100°$, on aura $y = 0^{m},76$, et qu'en y substituant $z + s$ au lieu de z, on augmente d'une unité l'exposant du facteur 2, et l'on double, par conséquent, la valeur de y.

Pour parvenir directement à cette formule, on remarquera que si Z et Y sont deux valeurs correspondantes, et qu'on augmente successivement Z des quantités s, $2s$, $3s$..... ms, les diverses valeurs qui en résulteront seront, savoir :

pour	z	pour	y,
	$Z + s$		$2Y$,
	$Z + 2s$		$2.2.Y$,
	$Z + 3s$		$2.2.2.Y$,
	.....		.....
	.....		.....
et, en général,	$z = Z + ms$		$y = 2^{m} Y$.

En éliminant m entre ces deux dernières valeurs,

il viendra $$y = Y \times 2^{\frac{z - Z}{s}},$$

et comme il faut qu'on ait $y = 0^{m},76$ quand $z = 100°$,

on aura $$0,76 = Y \times 2^{\frac{100 - Z}{s}},$$

Digitized by Google

respond à la force de la vapeur à la température de cent degrés étant de $0^m,76$.

équation qui, combinée avec la précédente pour éliminer Y, la réduit à

$$y = 0,76 \times 2^{\frac{z - 100}{s}}.$$

Quoique, comme je l'ai déjà dit, cette formule ne représente pas exactement les expériences de M. Dalton, je m'en serviral néanmoins, mon but n'étant pas d'arriver à un résultat applicable à la pratique, mais de comparer ceux qu'on obtient dans une même manière de calculer lorsqu'on a égard à l'abaissement de température, ou qu'on le néglige, comme on l'a généralement fait.

La formule $y = 0,76 \times 2^{\frac{z - 100}{s}}$ revient à cette autre

$$y = 0,76 \times 10^{0,30103 \frac{z'}{s}}$$

dans laquelle z' est compté de l'ébullition.

En admettant avec M. Evans qu'il faut un changement de seize degrés deux tiers dans la température pour doubler la force de la vapeur, elle se réduit à

$$y = 0,76 \times 10^{0,0180618\, z'}.$$

Si s étoit égal à vingt degrés, on auroit

$$y = 0,76 \times 10^{0,0150515\, z'}.$$

M. de la Place trouve $y = 0,76 \times 10^{0,0154547\, z' - 0,0000623826\, z'^2}$,

M. Biot $y = 0,76 \times 10^{0,0153728757\, z' - 0,00006731995\, z'^2 - 0,00000003374\, z'^3}$.

Ces formules sont déduites des expériences de M. Dalton, qui n'ont été faites qu'à des tensions inférieures à la force de l'atmosphère. Le calcul se feroit de la même manière avec ces formules; mais, dans l'intention où je suis de considérer la vapeur à une très-forte tension, je ne puis en faire usage, parce que, d'après celle de M. de la Place, la tension ne sauroit arriver à neuf fois le poids de l'atmosphère, et qu'elle commenceroit à décroître lorsque la température seroit parvenue à cent vingt-trois degrés et demi; d'après celle de M. Biot, dès cent quatre degrés trois quarts la tension diminueroit, et elle resteroit sensiblement au-dessous de sept fois celle de l'atmosphère.

Pendant l'impression de ce mémoire, M. Christian a publié les expériences qu'il a faites sur la force de la vapeur, depuis la température de cent quatre degrés jusqu'à celle de cent soixante-dix, et en a déduit une table qui revient, à quelques légères différences près, à la formule

$$y = 0,76 \times 10^{0,0136473\, z'}.$$

Cette formule s'accorde assez bien avec l'expérience vers le point de l'ébullition; mais elle donne des résultats trop forts, tant dans les hautes que dans les basses températures. Au reste elle est comprise dans la formule littérale $y = 0,76 \times 2^{\frac{z - 100}{s}}$ que j'ai employée dans le calcul.

Digitized by Google

Ces formules s'appliquent immédiatement à la machine à vapeur de M. Evans; il n'y a qu'à supposer que le piston parcourt un espace égal à c avant que l'introduction de la vapeur soit suspendue. Alors tant que la hauteur x du piston sera plus petite que c, la pression sera constante et égale à qHP (q étant la densité du mercure), et la somme des effets de la vapeur égale à

$$\int qHP.dx,$$

quantité qui se réduit à $cqHP$, en prenant l'intégrale de $x = 0$ à $x = c$.

Quand x deviendra plus grand que c, la pression sera variable et aura pour valeur qPy.

La somme des effets de la vapeur, à compter du point où elle agit par sa force expansive, sera égale à

$$\int qPydx.$$

Pour intégrer cette expression, il faut remplacer dx par sa valeur en fonction d'y et de dy.

Or, on a eu ci-dessus

$$x = \frac{1 + iz}{1 + iT} \times \frac{cH}{y} \text{ et } y = 0{,}76 \times 2^{\frac{z - 100}{i}}.$$

La seconde équation, en prenant les logarithmes des deux membres, donne $z = \frac{100 \log. 2 - i \log. 0{,}76 + i \log. y}{\log. 2.}$: on aura, par conséquent, aussi $T = \frac{100 \log. 2 - i \log. 0{,}76 + i \log. H}{\log. 2.}$,

substituant ces valeurs dans celle de x, on aura

$$x = \frac{\log. 2 + 100\, i \log. 2 - i\log. 0{,}76 + i\log. y}{\log. 2 + 100\, i \log. 2 - i\log. 0{,}76 + i\log. H} \times \frac{cH}{y}, \text{ ensuite}$$

$$dx = \frac{i - \log. 2 - 100\, i \log. 2 + i\log. 0{,}76 - i\log. y}{\log. 2 + 100\, i \log. 2 - i\log. 0{,}76 + i\log. H} \times \frac{cHdy}{y^2}, \text{ et conséquemment}$$

$$\int qPydx = cqHP\int \frac{(i - \log. 2 - 100\, i \log. 2 + i\log. 0{,}76)\frac{dy}{y} - i\frac{dy}{y}\log. y.}{\log. 2 + 100\, i \log. 2 - i\log. 0{,}76 + i\log. H}$$

Digitized by Google

prenant l'intégrale à compter de $y = H$, on aura

$$\int qPydx = cqHP \frac{(is - log.2 - 100\,i\,log.2 + is\,log.0,76)(log.y - log.H) - \frac{is}{2}[(log.y)^2 - (log.H)^2]}{log.2 + 100\,i\,log.2 - is\,log.0,76 + is\,log.H},$$

ou en remarquant que $-(log.y)^2 + (log.H)^2 = (log.H + log.y)(log.H - log.y)$,

et que $\quad log.\,H - log.\,y = log.\,\frac{H}{y}$,

$$\int qPydx = cqHP \frac{log.\frac{H}{y}[log.2 + 100\,i\,log.2 - is - is\,log.0,76 + \frac{is}{2}(log.H + log.y)]}{log.2 + 100\,i\,log.2 - is\,log.0,76 + is\,log.H}.$$

On a trouvé précédemment pour l'effet de la vapeur, avant qu'elle se dilate, la quantité $cqHP$.

L'effet total de la vapeur est donc égal à

$$cqHP\left(1 + \frac{log.\frac{H}{y}[log.2 + 100\,i\,log.2 - is - is\,log.0,76 + \frac{is}{2}(log.H + log.y)]}{log.2 + 100\,i\,log.2 - is\,log.0,76 + is\,log.H}\right),$$

ou à $cqHP\left(1 + log.\frac{H}{y} - \frac{log.\frac{H}{y}[is + \frac{is}{2}(log.H - log.y)]}{log.2 + 100\,i\,log.2 - is\,log.0,76 + is\,log\,H}\right)$,

qui se réduit à $cqHP\left(1 + log.\frac{H}{y} - log.\frac{H}{y}\,\frac{1 + \frac{1}{2}log.\frac{H}{y}}{\frac{1 + 100\,i}{is}log.2 + log.\frac{H}{0,76}}\right)$.

Il faudroit maintenant faire un nouveau calcul dans l'hypothèse que la température ne change pas par l'effet de l'expansion; mais on peut s'en dispenser en remarquant que la supposition de $i = 0$, dans l'expression actuelle de l'effort de la vapeur, doit faire disparoître et fait disparoître réellement toutes les quantités qui proviennent de l'équation

$$y = 0,76 \times 2^{\frac{z - 100}{i}},$$

puisqu'elles n'étoient entrées dans le calcul que pour exprimer la condition d'un changement de température; condition qu'on annulle en posant l'équation $i = 0$, laquelle suffit dès qu'on regarde la vapeur comme un fluide élastique dont la température est invariable.

Digitized by Google

D'après ces considérations l'effet de la vapeur dans cette dernière hypothèse est égal à

$$cqHP\left(1 + log.\ \frac{H}{y}\right),$$

le terme final de la première expression s'évanouissant quand on fait $i = 0$.

Pour faire ressortir la différence des deux résultats, je substituerai des valeurs numériques dans les deux expressions, je ferai $i = 0{,}00375$, comme il est donné par expérience, $s = 20°$, $y = 0^m{,}76$, et successivement H égal à deux, cinq, dix et cent fois $0^m{,}76$ qui est la pression moyenne de l'atmosphère.

Valeurs de la pression, celle de l'atmosphère étant prise pour unité.....		2.	5.	10.	100.
COEFFICIENT numérique de $cqHP$.	par la première formule.....	1,624.	2,406.	2,973.	4,717.
	par la seconde formule.....	1,693.	2,609.	3,303.	5,605.

Ce coefficient seroit égal à l'unité, si l'on condensoit la vapeur avant de la laisser s'étendre : il y a donc un grand avantage à tirer parti de la force expansive; mais il ne faut pas conclure des calculs précédens que dans une machine dans laquelle, par exemple, la tension de la vapeur seroit décuple de celle de l'atmosphère, l'effet croîtroit dans le rapport précis de 1 à 2,973, parce que la supposition qu'une augmentation de température de vingt degrés double la force de la vapeur n'est d'accord avec l'expérience que vers six ou huit degrés au-dessous de l'ébullition. S'il ne falloit que dix degrés de température d'augmentation pour doubler la force de la vapeur, on trouveroit 3,125 pour coefficient, et seulement 2,731, s'il étoit nécessaire d'un changement de quarante degrés (1).

(1) M. Christian conclut de ses expériences qu'il faut une augmentation de température d'environ vingt-deux degrés pour doubler la force de la vapeur. Si l'on fait $s = 22°$, la valeur du coefficient de $cqHP$ pour deux, cinq, dix et cent atmosphères, deviendra 1,617, 2,389, 2,945 et 4,664.

Digitized by Google

NOTE HUITIÈME,

Sur l'action de la vapeur dans la machine à rotation immédiate.

Lorsque les propriétés de la vapeur seront bien connues, le calcul de ses effets se fera de la même manière dans la machine à rotation immédiate que dans les autres machines.

Il est visible en effet que, si la vapeur est au même degré de tension dans la machine à rotation que dans les machines à piston, et que l'on considère uniquement son action sans s'occuper de l'inertie du mécanisme et des frottemens, les forces de ces machines sont proportionnelles à la consommation de la vapeur, c'est-à-dire que la force de la première est à celle des autres, comme le produit de la section du canal annulaire par la vîtesse du centre de gravité de cette section est au produit de la surface du piston par sa vîtesse.

Il n'est point à craindre que le plus ou moins d'obliquité de l'aile apporte aucune modification à ce rapport : en effet, soit $BILD$ (*fig.* 30 pl. VII) le cylindre extérieur, AHK le cylindre intérieur, AD une des ailes.

Il est aisé de voir que l'action de la vapeur sur cette aile se réduit à une force R perpendiculaire sur le milieu E de la corde AD, et proportionnelle à cette corde.

Si l'on abaisse du centre de rotation C une perpendiculaire CF sur la direction de la force R, le moment de cette force sera égal à

$$R \times CF \text{ ou à } AD \times CF,$$

puisqu'on peut représenter R par AD;
mais si l'on prolonge la ligne AD, on aura

$$AD \times AI = AB \times AL.$$

Or, en menant CG perpendiculaire à AH, on a

$$AI = DH = AH + AD = 2\,AG + 2\,AE = 2\,GE = 2\,CF,$$

Digitized by Google

et en marquant le point J au milieu de AB, on a

$$AL = BK = AK + AB = 2\,AC + 2\,AJ = 2\,CJ,$$

par conséquent

$$2\,AD \times CF = 2\,AB \times CJ,$$

ou

$$AD \times CF = AB \times CJ.$$

Ainsi, quelle que soit l'inclinaison de l'aile AD, le moment $AD \times CF$ est toujours le même et égal au moment $AB \times CJ$ d'une aile qui seroit perpendiculaire à la direction du canal annulaire.

Mais pour voir plus distinctement comment l'action de la vapeur est transmise au cylindre intérieur, il faut décomposer la force R en deux forces P et Q : l'une P perpendiculaire en D à la surface du cylindre extérieur, qui sera détruite par la résistance de ce cylindre; l'autre Q passant par le point de rencontre M des deux forces R et P, et par la charnière A de l'aile, qui sera la seule susceptible d'agir sur le cylindre intérieur.

La direction de la force P étant perpendiculaire à la circonférence $DBIL$ se confondra avec le rayon DMC, et si par le centre C on mène CN perpendiculaire sur la direction MA de la force Q, d'après le principe des momens, on aura

$$Q \times CN = R \times CF,$$

et comme on vient de trouver par les propriétés du cercle

$$AD \times CF \text{ ou } R \times CF = AB \times CJ,$$

on aura

$$Q \times CN = AB \times CJ,$$

ce qui revient au théorème précédent.

La force P est la mesure de la pression exercée en D par l'aile AD sur la surface du cylindre extérieur; or, puisque ME est perpendiculaire sur le milieu de AD, les angles EMA et EMD sont égaux, et les composantes P et Q de la force R, qui sont dirigées suivant les lignes MD et MA sont égales; mais on a trouvé

$$Q \times CN = AB \times CJ.$$

Digitized by Google

Donc aussi $$P \times CN = AB \times CJ,$$

et $$P = \frac{AB \times CJ}{CN}.$$

Le frottement de l'aile AD, sur la surface du cylindre extérieur est proportionnel à la pression P. Pour qu'il soit le plus petit possible, il faut que le dénominateur CN soit le plus grand possible, et par conséquent égal au rayon CA; alors MA sera tangente en A à la circonférence AHK, et à cause des triangles isocèles semblables DMA et DCI, le rayon CI qui est constamment parallèle à MA sera perpendiculaire à CA.

De là résulte une construction très-simple : *Pour déterminer l'inclinaison de l'aile qui exerce le moins de frottement sur la surface du cylindre extérieur, il faut tirer deux rayons CA et CI perpendiculaires entre eux, et joindre leurs extrémités A et I par une droite dont le prolongement AD sera la corde de l'aile.*

Pour calculer le moment de la force de la vapeur, on nommera R' et r' les rayons des cylindres, et on aura $AB = R' - r'$, $CJ = \frac{R' + r'}{2}$, et conséquemment

$$R \times CF = \frac{(R' + r')(R' - r')}{2}.$$

on trouvera aussi $P = \frac{AB \times CJ}{CN} = \frac{(R' + r')(R' - r')}{2\,CN}$,

et dans l'hypothèse où $CN = CA = r'$

$$P = \frac{(R' + r')(R' - r')}{2r'}.$$

Le frottement sera proportionnel à la pression P, et son moment à $P \times R'$, et par conséquent à

$$\frac{R'}{r'} \times \frac{(R' + r')(R' - r')}{2}.$$

Quant au frottement des bords des ailes sur les plaques des fonds des cylindres, il dépend évidemment de la longueur des ailes et de l'état des garnitures : il diminueroit si l'on redressoit les ailes; d'où l'on doit conclure qu'il ne convient pas de les incliner plus qu'il ne résulte de la construction précédente.

Digitized by Google

NOTE NEUVIÈME

Sur divers moyens de remplacer les rames, qui ont été exécutés ou proposés en Amérique.

La planche dixième contient plusieurs combinaisons qui ont été exécutées ou proposées en Amérique pour faire avancer les bateaux : je ne les présente point comme parfaites ; quelques-unes sont manifestement compliquées ; d'autres mal disposées ; toutes peut-être sont inférieures aux moyens employés jusqu'ici ; mais il m'a paru que je pouvais consacrer une note à les décrire succinctement. Il est bon de connoître ce qui a été fait, soit pour donner naissance à des idées utiles, soit pour empêcher de reproduire celles que l'expérience a conduit à rejeter.

Quoique j'annonce ces diverses machines comme projetées aux États-Unis, je suis loin de croire que l'idée première appartienne toujours aux Américains : plusieurs ont été proposées depuis long-temps en Europe : mais les recherches qu'il auroit fallu faire pour retrouver le premier inventeur auroient exigé beaucoup de temps et n'auroient pas rendu cette note beaucoup plus utile.

1. La figure 60 représente un bateau à l'arrière duquel sont deux roues *R*, *R*, garnies chacune de quatre rames disposées comme des ailes de moulin. En choquant l'eau obliquement elles font avancer le bateau à-peu-près de la même manière que lorsqu'on gaudille. Ces roues tournent en des sens opposés, afin que l'effet de l'une, pour faire éviter le bateau, soit détruit par l'autre, et que le bateau suive facilement la direction de sa quille.

Les ailes d'une des roues passent dans les intervalles que laissent entre elles les ailes de l'autre, et deux roues dentées *T*, *T* obligent les roues à ailes à tourner ensemble mais dans des sens différens.

2. La carène du bateau qu'on voit dans les figures 61 et 62, est creusée en-dessous en forme de canal. Une surface héliçoïde à-peu-près

Digitized by Google

de la longueur du bateau est renfermée en partie dans ce canal. Il est clair qu'en faisant tourner cette surface on fera avancer le bateau.

On remarque dans les figures deux roues d'angle *T* et *O* destinées à transmettre à la surface héliçoïde le mouvement de rotation d'un arbre vertical auquel la force motrice est appliquée.

3. L'idée fondamentale de ce dernier mécanisme se trouve reproduite dans les figures 63, 64 et 65, mais au lieu d'un bateau creusé en-dessous et d'une seule surface héliçoïde, on a employé deux bateaux et placé entre ces bateaux deux surfaces héliçoïdes qui tournent en des sens différens.

On a indiqué pour les mettre en mouvement une plate-forme horizontale mobile *K K*, sur laquelle marchent deux chevaux; ces chevaux, qui sont retenus dans des ouvertures *L, L* faites au pont du bateau, ne pouvant avancer, font tourner la plate-forme.

Des dents, disposées circulairement autour de la plate-forme *K K*, engrènent dans les fuseaux d'une lanterne *N*, et l'on communique le mouvement de rotation aux surfaces héliçoïdes par le moyen de cordes qui passent sur des poulies *T, T* et *O* montées sur les arbres de ces surfaces et sur celui de la lanterne.

4. La disposition indiquée par les figures 66 et 67 diffère de la précédente en ce que les surfaces tournantes *R, R* sont placées en-dehors du bateau et qu'elles sont interrompues, c'est-à-dire composées d'ailes séparées. On aperçoit, comme dans les figures 61 et 62, des roues d'angles *O* et *T* qui servent à faire tourner les surfaces *R, R*. L'arbre qui porte la roue horizontale *O* pénètre dans le bateau en passant par un tuyau qui s'élève au-dessus du niveau de l'eau.

5. On voit dans la figure 68 deux pelles verticales *R X, R X*, qui frappent alternativement l'eau. Ces pelles sont mises en mouvement par deux coudes opposés *S O, S O* d'un même arbre *S S*, auquel est appliqué le moteur. Le bout *X* du manche de chacune est attaché à une verge *X Y*, à-peu-près horizontale, qui est tenue à charnières à un point fixe *Y*. Cette disposition a pour but de maintenir la pelle sans beaucoup de frottement.

6. Dans les figures 69 et 70, les manches des pelles *R, R, R* passent

Digitized by Google

entre deux rouleaux X, X, et les pelles sont mues par les coudes $S'O'$, $S'O'$ de l'arbre $S'S'$ d'un volant R'.

L'arbre du volant reçoit le mouvement d'un autre arbre SS, par le moyen de deux roues dentées T' et T. On fait tourner ce dernier arbre en appuyant sur la branche horizontale PK d'un levier coudé PKN, dont la branche verticale tient par une verge NO au coude OS de l'arbre SS.

Les pièces SV' de la charpente qui portent l'arbre $S'S'$ du volant font partie d'un châssis mobile autour de l'autre arbre SS, afin qu'on puisse, au besoin, faire descendre plus ou moins les pelles R, R, R.

7. La partie principale du mécanisme représenté dans la figure 71 est un parallélogramme XX' à angles variables; un des côtés XX est formé par le manche de la rame XR, et le côté opposé $X'X'$ est mobile autour du point fixe Y.

Ce parallélogramme est mis en mouvement par un bouton O qui agit sur le côté inférieur XX', et qui est fixé à la roue T.

La force motrice est appliquée à un manége II, qui, par le moyen des roues dentées R, N, N', T' et de la corde TT', fait tourner la roue T qui porte le bouton O.

8. Dans la disposition représentée par les figures 72 et 73, les rames sont attachées en o, o, o, à des pièces horizontales OO' mues par deux arbres coudés parallèles SS, $S'S'$.

Les figures indiquent deux pelles fixées aux pièces horizontales OO', et deux autres dont les manches passent entre deux rouleaux X, X, comme dans la figure 69.

9. Dans la figure 74, il y a trois arbres coudés S, S', S''; les pièces horizontales $O'O'$, OO'', auxquelles sont attachées les rames R, R, au lieu d'être parallèles, sont placées à la suite l'une de l'autre, et s'élèvent et s'abaissent alternativement, lorsque les arbres S, S', S'' tournent.

10. Les rames R, R (*fig.* 75, 76 et 77) sont réunies de manière à former un châssis $XXX'X'$ qui est suspendu à deux points fixes M, M par des cordes MX, MX, et maintenu vertical entre deux paires de pièces horizontales YY et $Y'Y'$.

Digitized by Google

Les deux montans extrêmes sont garnis de ressorts en bois *a b*, *a b*, qui sont fixes en *a*, et dont la partie *b* s'écarte des montans, lorsque le châssis s'élevant, les ressorts cessent d'être pressés entre les pièces *Y' Y'*.

Le moteur est une machine à vapeur *GHC'*; la tige *JK* du piston met en mouvement un varlet *KNO* qui fait aller et venir le châssis par le moyen de la verge *OO'*.

Lorsque le piston monte, le châssis marche vers la machine à vapeur; et, en même temps, comme il est retenu par les cordes *MX*, *MX*, il s'élève; les pelles *R*, *R* sortent de l'eau, les ressorts *a b*, *a b* se dégagent des pièces *Y' Y'* et s'ouvrent. Quand le piston descend, le châssis s'éloigne de la machine *GH*, mais sans s'abaisser, parce que les ressorts en glissant sur les pièces horizontales *Y' Y'* le soutiennent; les pelles *R*, *R* restent hors de l'eau et les cordes deviennent lâches.

Au moment où le piston parvient au bas du cylindre, les ressorts atteignent deux entailles *c*, *c* pratiquées dans les pièces horizontales *Y' Y'*, et, ne trouvant plus d'appui, passent dans ces entailles, le châssis tombe, et les pelles *R*, *R* rentrent dans l'eau.

11. La figure 78 n'a presque pas besoin d'explication; on voit que les rames *RR* sont faites en forme de pattes d'oies, et qu'elles sont suspendues à des traverses *SS* portées par des montans placés près des bords du bateau.

12. On voit dans les figures 79 et 80 des panneaux *R*, *R* attachés par des charnières verticales à deux planches mobiles *OO'* placées le long du bateau, une de chaque côté.

Ces planches sont garnies de dents *TT* comme une crémaillère, afin qu'on puisse les faire avancer et reculer successivement en plaçant des hommes aux extrémités des balanciers *II*. Une portion de roue dentée *K* fixée aux balanciers, et une roue dentée *N* sur l'arbre de laquelle est un pignon qui engrène dans la première, transmettent le mouvement alternatif aux planches *OO'*.

13. Dans la machine représentée par les figures 81 et 82, les panneaux à charnières *R*, *R* sont attachés à un cylindre vertical *O*, mobile autour de son axe. On fait faire à ce cylindre un quart de révolution,

Digitized by Google

tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, en plaçant des hommes au levier *I* fixé à une poulie *K*. Le mouvement de la poulie *K* est transmis au cylindre par le moyen d'une corde enroulée autour de la tête *N* du cylindre *O*.

14. Les panneaux à charnières de la figure 83 sont attachés à des châssis verticaux *R*, *R*, représentés sur une échelle double dans les figures 84, 85 et 86. Chacun de ces châssis est fixé perpendiculairement au bout d'une verge horizontale *RS* qui passe dans un trou à l'arrière du bateau.

On voit dans la figure deux châssis *R*, *R* qui s'éloignent et s'approchent tour-à-tour du bateau, par le moyen d'un mécanisme composé d'une roue dentée *T*, à laquelle est appliqué le moteur, de deux roues dentées *T'*, *T'* qui engrènent dans la première et qui font chacune tourner un volant *R'*, et de deux tringles *OO'* qui joignent entre eux les boutons *O'* et *O* fixés sur les circonférences des volans et sur les parties intérieures des verges *SR* qui portent les châssis *R*, *R*.

15. Les panneaux ou tablettes *SR* (*fig. 87* et *88*) sont placés dans des châssis horizontaux *OO'* qu'on élève et qu'on abaisse alternativement.

La figure 87 représente un des châssis coupé au milieu, suivant la ligne *AB* de la figure 88.

Les tablettes *SR* sont mobiles autour de leur côté horizontal *S* qui répond à l'avant du bateau; mais elles sont emboîtées dans des entailles *abc* en quart de cercle, creusées dans les montans du châssis, en sorte qu'elles ne peuvent jouer en-dessus et en-dessous de la position horizontale que de la moitié d'un angle droit *acb*.

Par l'effet de cette disposition, soit que les châssis montent, soit qu'ils descendent, les tablettes se présentent toujours obliquement à l'eau et dans le sens qui convient pour que le bateau avance. On a tracé sur les figures le système de leviers employés pour faire mouvoir les châssis.

Le levier *KM* sur lequel agissent les hommes par le moyen de la barre *II* est assemblé avec une traverse *NN* aux extrémités *N*, *N* de laquelle sont suspendus deux autres leviers *LM'* (*fig. 87*) ou *NM*

Digitized by Google

(*fig. 88*). C'est à ces deux derniers leviers, qui glissent entre des montans *no* placés près des bords du bateau, que sont attachés les deux châssis *OO'*.

16. Dans les figures 89 et 90, les palettes *R*, *R* sont fixées à des châssis horizontaux *oo'* montés sur les coudes de deux arbres *SOS* et *S'O'S'*. Le moteur est appliqué à une roue dentée *T* qui fait tourner deux autres roues dentées *T'*, *T'*, chacune desquelles met en mouvement un châssis garni de palettes. La roue *T'* est placée sur un des arbres *SS* de chaque châssis; pour que le second arbre *S' S'* tourne dans le même sens que le premier *SS*, les deux coudes *OO'* sont réunis par un croissant *ONO'*, et l'on a suspendu les croissans des deux châssis aux extrémités *K*, *K* d'un balancier *KMK*.

17. Le mécanisme représenté dans les figures 91 et 92, est destiné à faire mouvoir les rames horizontales *RO*, *RO*, *RO*. Ces rames sont appuyées sur le plabord en *S*, *S*, *S*, et leurs extrémités intérieures *O*, *O*, *O* sont attachées à deux pièces horizontales *KJ*, mobiles dans des crampons *r*, *r*, *r*, *r* qui sont enfoncés dans un châssis *UU* susceptible de glisser entre deux montans verticaux *V*, *V*.

On voit à droite une manivelle coudée *S'O'S'* qui, par le moyen d'une bièle *O' N'*, fait aller et venir les pièces horizontales *KJ*. Dans le même temps, des bièles verticales *on* soulèvent la barre *nX*, à laquelle est suspendu le châssis *UU*, en sorte que les poignées *O*, *O*, *O* des rames reçoivent à la fois un mouvement vertical par l'effet duquel les pales *R* entrent dans l'eau, et un mouvement horizontal qui fait qu'elles se portent vers l'arrière.

18. Les rames *R*, *R* représentées dans les figures 93, 94 et 95 sont montées dans des châssis verticaux *SS*, mobiles autour de tourillons horizontaux *S*, *S*. Au milieu de chaque châssis, entre les rames, il y a un rouleau *S' S'* terminé par des manivelles coudées *S'*, *S'*. Une pièce horizontale *OO* est tenue par des charnières au milieu *O*, de chaque rouleau et de chaque manche de rame, afin que, quand les manivelles font osciller le rouleau, les rames oscillent aussi.

Les manivelles sont saisies dans les branches *KS'* (*fig. 95*) d'une fourche *S'KS'*, et cette fourche est attachée par une bièle *KN* à une

Digitized by Google

pièce NN mobile autour du point m. Le mouvement alternatif de cette pièce détermine d'abord le changement de direction des manivelles S', S'' et des rames OR, et OR' et ensuite la rotation du châssis SS autour de ses tourillons S, S, et conséquemment le jeu des rames.

Pour faire mouvoir les pièces NN (*fig.* 94 et 95), on a placé entre elles un tambour $T'T'$ (*fig.* 94) garni de pointes T', T'' qui prennent alternativement sous des courbes mt et mt' (*fig.* 95), et font tourner les pièces NN, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

19. La figure 96 représente un bateau, à l'arrière duquel on a placé une roue à aubes R. Les hommes font tourner un volant R' en se plaçant à la manivelle I; il y a un pignon sur l'arbre du volant et un sur celui des roues à aubes, qui sont mis en communication par une grande roue dentée m placée sur un arbre intermédiaire.

20. Dans la machine représentée par les figures 97 et 98, la force motrice est appliquée à deux grands pendules I, I' qui portent chacun une roue dentée N ou N', dont l'axe correspond au centre d'oscillation des deux balanciers.

Sur un arbre vertical JK placé entre les deux pendules I, I' sont montées deux autres roues dentées M et M' qui engrènent avec les deux premières, une M par-dessus et l'autre M' par-dessous.

La roue supérieure M peu tourner librement dans un sens autour de l'arbre vertical JK; la roue inférieure M' peut aussi tourner librement, mais dans le sens opposé. On conçoit, d'après cela, que les oscillations alternatives des pendules feront toujours tourner dans un seul et même sens l'arbre vertical.

Ainsi, il suffira de placer au pied de cet arbre une roue horizontale K ou K' qui engrène avec une roue T ou T' fixée sur l'arbre horizontal SS des roues à aubes R, pour que le mouvement des pendules soit transmis à ces roues.

Je n'ai point fait remarquer les inconvéniens des diverses combinaisons dont je viens de donner une idée, parce qu'ils sont en général assez évidens. Je signalerai cependant celles qui sont décrites dans

Digitized by Google

les numéros 12, 13, 14, 15, 16, 18 et 20 comme les plus vicieuses, et l'on s'étonnera, sans doute, qu'on ait exécuté à grands frais des machines comme la dernière, et qu'on ne se soit convaincu, qu'après de nombreux essais, qu'on ne pouvoit obtenir de la force de quelques hommes appliqués aux pendules qu'un effet peu sensible.

Digitized by Google

APPENDICE.

J'ai donné dans la première partie de ce mémoire tous les renseignemens que je m'étois procurés sur la construction des bateaux à vapeur ; j'ai exposé dans la seconde (1) ce que j'ai remarqué de plus intéressant sur la marine militaire des Américains, mais il reste encore plusieurs objets dignes d'attention, qui, quoique relatifs à la marine en général, n'ont pas avec la navigation par la vapeur ni avec la force navale une liaison assez grande pour que j'aie pu faire entrer dans le corps de ce mémoire les observations que j'ai faites sur ces objets ; je les présenterai dans cet appendice qui contiendra des remarques sur les goëlettes des États-Unis, sur les machines à curer, sur celles de la poulierie et des forges, sur les nouveaux procédés de la corderie, sur les machines à faire les clous et sur les outils employés dans les arsenaux.

I. *Des goëlettes Américaines.*

Les goëlettes des États-Unis ont été si souvent citées avec éloge dans la marine française, que j'ai cru convenable de me procurer les plans de quelques-unes.

Je présente dans la XI.e et la XII.e planche les plans de huit bâtimens de cette espèce, qui m'ont paru suffire pour faire connoître les formes les plus généralement adoptées ; mais pour qu'on puisse mieux juger les proportions que les Américains ont suivies, je rapporterai non-seulement les dimensions principales des huit

(1) J'ai dit le motif pour lequel cette seconde partie n'est pas destinée à être publiée.

Digitized by Google

goëlettes auxquelles ces plans appartiennent, mais encore celles de dix autres de diverses grandeurs que je classerai avec les premières en les disposant d'aprés leurs longueurs.

	DIMENSIONS	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
N.° 1. *Le Mammouth.*	mètres.		
Longueur	35,05.	1.	4.
Largeur	8,76.	0,25.	1.
Tirant d'eau, à l'avant	3,05.	0,087.	0,348.
Tirant d'eau, à l'arrière	4,88.	0,139.	0,557.
Ce bâtiment est maintenant gréé en brig, et armé en course sous le nom de *l'Independence of south*: il porte dix-sept canons. Lorsqu'il était gréé en goëlette, il s'appeloit le *Mammouth*, et ce nom lui avoit été donné à cause, dit-on, que c'étoit la plus grande goëlette construite jusqu'alors. Il a été construit depuis des goëlettes plus grandes encore; mais en général elles ont été ensuite mâtées en brig.			
N.° 2.			
Longueur	32,20.	1.	4.
Largeur	8,05.	0,25.	1.
Creux au maître couple	3,96.	0,123.	0,492.
Longueur, du grand mât	25,6.	.....	3,18.
Longueur, du mât de misaine	25,0.	.....	.....
Diamètre, du grand mât	0,53.	(0,021 de la longueur).	
Diamètre, du mât de misaine	0,58.	.....	.....
N.° 3. *Fig. 100* et *104, pl. XI.*			
Longueur	31,33.	1.	3,956.
Largeur	7,92.	0,253.	1.
Creux, à l'avant	3,35.	0,107.	0,423.
Creux, au maître couple	3,63.	0,115.	0,458.
Creux, à l'arrière	5,47.	0,175.	0,691.
Élancement de l'étrave	5,45.	0,174.	0,688.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	4,13.	0,132.	0,521.
Quête de l'étambot	3,87.	0,124.	0,489.
La distance des couples est d'environ	0,57.	1/55.	0,072.
Longueur, du grand mât	25,6.	.....	3,232.
Longueur, du mât de misaine	25,0.	.....	.....
Diamètre, du grand mât	0,51.	(0,02 de sa longueur).	
Diamètre, du mât de misaine	0,55.	.....	.....

Digitized by Google

	DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
N.° 4.	mètres.		
Longueur	30,18.	1.	3,884.
Largeur	7,77.	0,257.	1.
Creux au maître couple	4,11.	0,136.	0,529.
Longueur du grand mât	25,0.	.....	3,218.
Longueur du mât de misaine	24,1.	.....	.....
Ce bâtiment étoit destiné à être armé en guerre.			
N.° 5.			
Longueur	29,26.	1.	4.
Largeur	7,315.	0,25.	1.
Creux au maître couple	3,05.	0,104.	0,417.
Longueur. du grand mât	22,55.	.....	3,083.
Longueur. du mât de misaine	21,80.	.....	.....
Longueur. du mât de beaupré	8,60.	0,294.	1,176.
N.° 6. *Fig. 108* et *112, pl. XII.*			
Longueur	28,28.	1.	3,863.
Largeur	7,32.	0,259.	1.
Creux. à l'avant	3,37.	0,119.	0,460.
Creux. au maître couple	3,05.	0,108.	0,417.
Creux. à l'arrière	4,04.	0,143.	0,552.
Élancement de l'étrave	6,10.	0,216.	0,833.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	1,64.	0,058.	0,224.
Quête de l'étambot	2,97.	0,105.	0,406.
Épaisseur de la quille	0,18.	.....	0,025.
Distance des membres, environ	0,46.	1/62.	.....
Les membres sont alternativement doubles et simples.			
Hauteur des varangues au milieu	0,23.	.....	0,031.
Épaisseur sur le droit	0,18.	.....	0,025.
Épaisseur des genoux sur le droit	0,10.	.....	0,014.
Équarrissage des baux (il y en a 17 en bois de pin)	0,23.	.....	0,031.
Longueur. du grand mât	22,0.	.....	3.
Longueur. du mât de misaine	21,3.	.....	.....
Diamètre. du grand mât	0,43.	(0,02 de sa longueur)	
Diamètre. du mât de misaine	0,46.	.....	.....
J'ai vu ce bâtiment en construction.			

Digitized by Google

	DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
N.° 7. *Fig. 107* et *111*, *pl. XII.*	mètres.		
Longueur	27,43.	1.	3,964.
Largeur	6,92.	0,252.	1.
Creux à l'avant	3,15.	0,115.	0,455.
Creux au maître couple	2,75.	0,100.	0,397.
Creux à l'arrière	3,92.	0,143.	0,566.
Élancement de l'étrave	4,75.	0,173.	0,686.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	2,31.	0,084.	0,334.
Quête de l'étambot	1,90.	0,069.	0,275.
Distance des membres, environ	0,61.	1/45.	.....
N.° 8.			
Longueur	26,50.	1.	3,955.
Largeur	6,70.	0,253.	1.
Creux à l'avant	2,54.	0,096.	0,379.
Creux au maître couple	2,90.	0,109.	0,433.
Creux à l'arrière	4,42.	0,167.	0,660.
Élancement de l'étrave	2,75.	0,104.	0,410.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	3,40.	0,128.	0,507.
Quête de l'étambot	1,22.	0,046.	0,182.
Distance des couples, environ	0,61.	1/43.	.....
Hauteur de la quille à l'avant	0,53.	.....	.....
Hauteur de la quille à l'arrière	0,28.	.....	.....
N.° 9. *Fig. 99* et *103*, *pl. XI.*			
Longueur	23,80.	1.	3,526.
Largeur	6,75.	0,284.	1.
Creux à l'avant	2,87.	0,121.	0,425.
Creux au maître couple	2,78.	0,117.	0,412.
Creux à l'arrière	3,52.	0,148.	0,521.
Élancement de l'étrave	4,67.	0,196.	0,692.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	2,40.	0,101.	0,356.
Quête de l'étambot	2,46.	0,103.	0,364.
Distance des couples, environ	0,61.	1/39.	.....
N.° 10.			
Longueur	23,77.	1.	3,542.
Largeur	6,71.	0,282.	1.

Digitized by Google

	DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
	mètres.		
Creux à l'avant	2,95.	0,124.	0,440.
Creux au maître couple	2,59.	0,109.	0,386.
Creux à l'arrière	3,40.	0,143.	0,507.
Élancement de l'étrave	4,57.	0,192.	0,681.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	1,78.	0,075.	0,265.
Quête de l'étambot	2,49.	0,105.	0,371.
Distance des couples, environ	0,45.	1/52.	.....
Hauteur de la quille à l'avant	0,30.	.....	.....
Hauteur de la quille à l'arrière	0,30.	.....	.....
N.° 11.			
Longueur	23,70.	1.	3,703.
Largeur	6,40.	0,270.	1.
Creux à l'avant	2,69.	0,114.	0,420.
Creux au maître couple	2,59.	0,109.	0,405.
Creux à l'arrière	3,51.	0,148.	0,548.
Élancement de l'étrave	4,37.	0,184.	0,683.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	2,25.	0,095.	0,352.
Quête de l'étambot	1,83.	0,077.	0,286.
Distance des couples, environ	0,61.	1/39.	.....
N.° 12. *Fig. 109* et *113, pl. XII.*			
Longueur	21,95.	1.	3,43.
Largeur	6,40.	0,292.	1.
Creux à l'avant	2,57.	0,117.	0,402.
Creux au maître couple	2,50.	0,114.	0,391.
Creux à l'arrière	3,20.	0,146.	0,500.
Élancement de l'étrave	4,57.	0,208.	0,714.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	1,52.	0,069.	0,238.
Quête de l'étambot	2,17.	0,099.	0,339.
Épaisseur de la quille	0,18.	.....	0,028.
Distance des membres, environ	0,41.	1/54.	.....
Les membres sont alternativement doubles et simples.			
Hauteur des varangues au milieu	0,23.	.....	0,036.
Épaisseur des varangues sur le droit	0,15.	.....	0,023.
Épaisseur des genoux sur le droit	0,10.	.....	0,016.
Maille entre les couples, environ	0,16.	.....	0,025.
Ce bâtiment étoit en construction quand je l'ai vu.			

Digitized by Google

	DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
	mètres.		
N.° 13.			
Longueur	20,6.	1.	3,177.
Largeur	6,1.	0,296.	1.
Creux au maître couple	1,83.	0,089.	0,300.
N.° 14. *Bateau pilote.*			
Longueur	18,95.	1.	3,452.
Largeur	5,49.	0,290.	1.
Creux au maître couple	1,83.	0,097.	0,333.
Tirant d'eau.. à l'avant	1,12.	0,064.	0,222.
Tirant d'eau.. à l'arrière	2,13.	0,112.	0,388.
Longueur du grand mât	17,8.	.....	3,24.
Longueur du mât de misaine	17,2.	.....	.....
Diamètre.... du grand mât	0,36.	(0,02 de sa longueur).	
Diamètre.... du mât de misaine	0,38.	.....	.....

Les mâts sont tenus sans haubans;
Les murailles ne s'élèvent point au-dessus du pont;
Ce bâtiment a coûté 11,748 francs;
Les pilotes des côtes de la Virginie se tiennent tous sur des bâtimens de ce genre, dont le bateau suivant est un second exemple.

N.° 15. *Bateau pilote.*			
Longueur	18,59.	1.	3,589.
Largeur	5,18.	0,279.	1.
Creux au maître couple	1,98.	0,107.	0,382.
Tirant d'eau.. à l'avant	1,12.	0,069.	0,236.
Tirant d'eau.. à l'arrière	2,13.	0,115.	0,411.
Hauteur de la quille à l'avant	0,38.	.....	.....
Longueur.... du grand mât	17,8.	.....	3,43.
Longueur.... du mât de misaine	17,2.	.....	.....
Longueur.... du mât de beaupré	4,3.	0,23.	0,83.
Longueur.... du gui	11,0.	0,59.	2,12.
Longueur.... de chaque corne	3,7.	0,20.	0,52.
Longueur.... du grand mât de hune	5,5.	0,30.	1,06.
Diamètre.... du grand mât	0,34.	(0,02 de sa longueur).	
Diamètre.... du mât de misaine	0,37.	.....	.....

Les voiles ont quatorze toises en bas et cinq en haut;
Les mâts sont tenus sans haubans;
Les murailles ne s'élèvent point au-dessus du pont;
Ce bâtiment a coûté 11,214 francs.

Digitized by Google

	DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
	mètres.		
Longueur	17,96.	1.	3,167.
Largeur	5,35.	0,298.	1.
Creux, à l'avant	2,40.	0,134.	0,449.
Creux, au maître couple	2,09.	0,116.	0,391.
Creux, à l'arrière	2,70.	0,150.	0,505.
Élancement de l'étrave	3,35.	0,187.	0,626.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	1,66.	0,092.	0,310.
Quête de l'étambot	1,02.	0,057.	0,191.
Distance des membres, environ	0,45.	1/40.	.....

N.° 16. *Fig. 102* et *106, pl. XI.*

Ce plan m'a été donné comme étant celui d'un bateau pilote de New-York.

N.° 17. *Fig. 101* et *105, pl. XI.*

Longueur	17,45.	1.	3,144.
Largeur	5,55.	0,318.	1.
Creux, à l'avant	2,13.	0,122.	0,384.
Creux, au maître couple	1,83.	0,105.	0,330.
Creux, à l'arrière	2,36.	0,135.	0,425.
Élancement de l'étrave	3,05.	0,175.	0,550.
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu	1,68.	0,096.	0,303.
Quête de l'étambot	1,84.	0,105.	0,332.
Distance des membres, environ	0,46.	1/38.	.....
Longueur, du grand mât	18,3.	.....	3,30.
Longueur, du mât de misaine	17,7.	.....	.....
Diamètre, du grand mât	0,37.	(0,02 de sa longueur).	
Diamètre, du mât de misaine	0,38.	.....	.....

On m'a assuré que ce plan étoit celui d'un bateau pilote de la Virginie ; cependant, la différence de tirant d'eau est beaucoup moindre que dans les goëlettes n.os 14 et 15.

N.° 18. *Fig. 110* et *114, pl. XII.*

Longueur	16,60.	1.	3,217.
Largeur	5,16.	0,311.	1.
Creux, à l'avant	1,63.	0,982.	0,316.
Creux, au maître couple	1,83.	0,110.	0,355.
Creux, à l'arrière	3,05.	0,184.	0,591.
Élancement de l'étrave	2,90.	0,175.	0,562.

Digitized by Google

		DIMENSIONS.	RAPPORT à la longueur.	RAPPORT à la largeur.
		mètres.		
Quantité dont le maître couple est en avant du milieu		3,12.	0,188.	0,605.
Quête de l'étambot		1,07.	0,064.	0,207.
Distance des membres, environ		0,38.	1/44.	.....
Longueur	du grand mât	17,4.	.....	3,37.
	du mât de misaine	16,8.	.....	.....
	du mât de beaupré	3,4.	0,205.	0,66.
	des deux mâts de hune	4,9.	.....	0,95.
	du gui	10,4.	0,627.	2.
	des deux cornes	4,0.	0,241.	0,78.
	de la basse vergue	10,4.	0,627.	2.
	de la vergue de hune	5,2.	0,313.	1.
	du bout dehors (au-delà du beaupré)	3,0.	0,181.	0,58.
Diamètre	du grand mât	0,34.	(0,02 de sa longueur)	
	du mât de misaine	0,36.	.....	.....
Ton des bas mâts		1,39.	(1/12 de leur longueur)	

Ce bâtiment est destiné au service des douanes.

On remarquera que la largeur des grandes goëlettes est à-peu-près le quart ou les 0,25 de la longueur, mais que le rapport de ces deux dimensions augmente en général à mesure que les bâtimens deviennent plus petits et que pour les bateaux-pilotes il passe 0,31.

Le creux au maître couple ne paroît assujetti à aucune loi analogue, il varie des 0,087 aux 0,136 de la longueur ou des 0,300 aux 0,529 de la largeur, mais ordinairement il s'écarte peu des 0,10 ou des 0,11 de la longueur.

Le creux à l'avant diffère généralement peu du creux au maître couple : il est quelquefois plus petit; mais le plus souvent il est plus grand.

Le creux à l'arrière s'éloigne rarement des 0,14 ou des 0,15 de la longueur, ou des 0,5 ou 0,6 de la largeur.

Digitized by Google

La différence de tirant d'eau est communément très-grande, quoique pour la diminuer on fasse la quille plus haute à l'avant qu'à l'arrière.

L'élancement de l'étrave et la quête de l'étambot de ces bâtimens sont toujours très-considérables. L'élancement varie des 0,4 aux 0,8 du bau, et la quête des 0,2 au 0,4, ou même davantage. L'élancement rapporté à la longueur en est le 0,1 ou les 0,2, mais il se rapproche plutôt des 0,2 que du 0,1. La quête est ordinairement égale à environ 0,1 de la longueur; quelquefois cependant elle est à peine égale aux 0,05. On doit observer que lorsqu'on réduit l'élancement, on réduit aussi presque toujours la quête.

Le maître couple paroît placé assez arbitrairement; néanmoins il est constamment à quelque distance en avant du milieu : l'arbitraire n'existe qu'en ce que cette distance varie des 0,058 aux 0,188 de la longueur ou des 0,224 aux 0,605 de la largeur.

Le nombre des membres qui pourroient être placés dans la longueur du bâtiment est compris entre trente-huit et soixante-deux. La grande liberté qu'on se donne à cet égard tient probablement à ce qu'on fait tous les membres doubles lorsqu'ils sont très-éloignés, et qu'on ne fait que la moitié ou le tiers des membres doubles lorsqu'ils sont plus rapprochés.

L'usage le plus commun est de placer le grand mât de $0^m,45$ à $0^m,60$, selon la longueur du bâtiment, en arrière du milieu de la rablure de la quille, et le mât de misaine de $0^m,15$ à $0^m,20$ en arrière du point de réunion de la rablure de l'étrave à celle de la quille : la pente de ces mâts est de quinze centimètres par mètre, selon quelques constructeurs; selon d'autres, elle va jusqu'à vingt-deux et demi. Le mât de misaine a souvent un ou deux centimètres de pente de moins que le grand mât.

Pour avoir la longueur du grand mât, on prend trois fois la largeur du bâtiment et on y ajoute la moitié du creux et quelquefois

Digitized by Google

le creux tout entier. Le diamètre du grand mât est à-peu-près égal au cinquantième de sa longueur.

Le mât de misaine est toujours de $0^m,6$ à $0^m,9$ plus court que le grand mât; néanmoins son diamètre est de deux à quatre centimètres plus grand que celui du grand mât.

On sent bien qu'en rapportant ces diverses proportions, je ne les présente pas comme des principes de construction dignes d'une confiance absolue. Je n'ai d'autre intention que de faire connoître les règles des constructeurs américains, règles qui ne sont pas même rigoureusement observées; ainsi qu'on peut s'en assurer en examinant les huit plans qui représentent les goëlettes n.os 3, 6, 7, 9, 12, 16, 17, et 18, et l'on peut par conséquent s'en écarter si on le juge à propos. On doit encore moins s'astreindre aux limites du creux, de l'élancement, de la quête, &c. que j'ai déduites de la comparaison des plans ou des dimensions données ci-dessus, car il est probable que ces limites auroient été moins resserrées si le nombre des bâtimens eût été plus considérable.

Le grément des goëlettes américaines est sur-tout remarquable par sa légèreté. Pour présenter quelque chose à cet égard, j'ai réuni dans la planche XIII les vues de trois de ces bâtimens.

La goëlette représentée dans la figure 115 ne porte de hunier que devant. Le mât de misaine est tenu de chaque côté par trois haubans, et le grand mât par deux seulement. La misaine se borde par le moyen d'un gui.

La goëlette qu'on voit dans la figure 116 n'a point de gui devant; la vergue du hunier est amenée sur le pont. Les bas mâts sont tenus l'un et l'autre par deux haubans de chaque côté.

La troisième goëlette (*fig. 112*) n'a point de hunier; elle porte un-flèche-en-cul au mât de misaine comme au grand mât. Il n'y a de chaque côté qu'un hauban au grand mât, et que deux au mât de misaine.

On trouve sur la même planche deux vues de sloops: un grand

Digitized by Google

nombre de bâtimens de ce genre sont employés au cabotage et à la navigation intérieure. Ils sont très-larges et tirent très-peu d'eau. Souvent ils portent des dérives comme les navires hollandais. Le sloop représenté dans la figure 118 n'a de remarquable que la simplicité de son grément. Le sloop de la figure 119 a une dérive au milieu, qui passe dans une mortaise faite exprès à la quille; cette dérive tourne autour d'un boulon comme les dérives hollandaises; et à cause de la petitesse du bâtiment, un homme suffit pour la manœuvrer.

Quoique les figures de cette planche soient faites sur une échelle à-peu-près égale à la moitié de celle des deux planches précédentes, comme elles ont été dessinées à la simple vue, à quelque distance des bâtimens, elles ne peuvent que donner une idée des grémens qu'elles représentent, et l'on ne pourroit s'en servir pour déterminer avec exactitude les proportions de la mâture des bâtimens.

II. *Des machines à curer.*

Afin que les bâtimens ne soient exposés ni à l'action des courans ni au choc des glaces, et qu'ils puissent aborder en grand nombre pour débarquer les marchandises dont ils sont chargés, les quais des ports des États-Unis sont en général garnis d'éperons très-saillans, encaissés par des pilotis ou par des pièces de bois de pin placées les unes sur les autres. Pour donner aux bassins compris entre ces éperons une profondeur telle qu'ils puissent recevoir des bâtimens chargés, on emploie des machines à curer qui versent immédiatement les matières qu'elles retirent du fond dans les encaissemens destinés à devenir des éperons ou des quais (1).

(1) Les quais se trouvent ainsi formés de terrains rapportés contenant des débris d'animaux marins. Plusieurs personnes attribuent aux exhalaisons de ces quais et des eaux

Digitized by Google

Les figures 120, 121, 122 de la planche XIV sont les élévations et le plan de la machine qui est le plus en usage. C'est un ponton dans lequel il y a un manége à deux chevaux, qui fait mouvoir une cuiller R destinée à extraire les matières du fond et à les transporter sur les quais.

Les pontons se fixent par deux poutrelles verticales qu'on enfonce dans le sol ; la position de ces poutrelles n'est indiquée que dans le plan (*fig. 122*) en L, L.

Le manége est surmonté d'un cabestan S, autour duquel s'enroule une chaîne attachée à la cuiller.

Le manche AR de la cuiller traverse le bout d'un petit arbre BC (*fig. 121*), qui est porté par un chariot DEF (*fig. 120, 121* et *122*). Ce chariot tient à une longue flèche DG, qui le lie à un boulon G, autour duquel il peut tourner en roulant sur une tablette en croissant HI, soutenue par des montans en-dehors du ponton.

La cuiller est représentée au moment où elle sort de l'eau ; la chaîne passe d'abord sur deux poulies N, M (*fig. 121* et *122*), portées par une grue ou potence mobile NOP, dont le pivot O et le collier P tiennent à un montant vertical J, et ensuite sous une troisième poulie K (*fig. 120*), placée contre le montant même.

Lorsque le manche de la cuiller est à-peu-près horizontal, on fait tourner la potence de droite à gauche ; le manche glisse dans l'arbre BC (*fig. 121*), porté par le chariot, ou le chariot même marche, et si l'on suppose que le bout du ponton qui correspond à la potence soit à peu de distance du bord du quai, la cuiller s'avancera assez sur le quai pour qu'on puisse y décharger les matières qu'elle contient.

---

qui croupissent dans les bassins les maladies malignes qui, presque tous les ans, se montrent en Amérique à l'époque des grandes chaleurs, et qui font plus de ravage sur le port que dans l'intérieur des villes.

Digitized by Google

Le cabestan n'est fixé au manége que par un verrou Q *a* (*fig. 120*) : en retirant le verrou, le cabestan cesse de résister et la cuiller tombe par son propre poids. On a soin de ramener auparavant la potence N O P dans la position qu'indiquent les figures, et de fixer le manche de la cuiller au petit arbre horizontal B C (*fig. 121*), afin que la cuiller aille tomber à une grande distance de la potence. La secousse ramène le chariot à l'extrémité H (*fig. 120* et *122*) de la tablette où il est représenté.

Avant de remettre le verrou et de faire marcher les chevaux, on passe la chaîne sous une quatrième poulie T placée près du bord du ponton, afin que la force qui agit sur la cuiller soit plutôt dirigée pour l'emplir que pour l'élever. La chaîne se dégage d'elle-même de cette poulie, lorsque la cuiller quittant le fond se rend sous la potence.

Telle est en général la manœuvre de cette machine.

Le temps employé à remplir la cuiller, à l'élever et à la vider est ordinairement de.....	1′ 10″
On met à ramener la potence et à replacer la cuiller au fond.....	1. 20.
TOTAL.....	2′ 30″

Ainsi on enlève la cuiller chargée vingt-quatre fois par heure.

La capacité de la cuiller est d'environ deux tiers de mètre cube, et par conséquent le travail d'une heure est d'environ seize mètres cubes.

Détails de la machine.

Le verrou Q *a* qui unit le cabestan au manége s'engage entre les bandes de fer *b b* (*fig. 120*) dont le cabestan est garni. Il y a deux verroux semblables, un de chaque côté; ils sont manœuvrés par un levier à fourche Q U V (*fig. 120, 121* et *122*) placé sur une des flèches du manége; en appuyant sur ce levier, on soulève les verroux et on les fait passer entre les bandes de fer *b b* (*fig. 120*) du cabestan.

Digitized by Google

Pour que le poids des verroux ne les fasse pas retomber, on accroche le levier à une pièce de fer X plantée sur la flèche.

Pour empêcher le manége de reculer, il y a au pied du poinçon du manége un linguet Y (*fig. 120*) qui tombe par son poids dans les dents d'une plate-forme ZZ (*fig. 120, 121* et *122*) établie au fond du ponton.

On fixe le manche de la cuiller au petit arbre BC par le moyen d'une corde *pq*, comme dans les machines à curer ordinaires.

Le trou du petit arbre BC dans lequel passe le manche de la cuiller est garni de rouleaux; quand on veut empêcher le manche de glisser trop rapidement, on appuie fortement sur un levier en fer fait en forme de châssis qu'on voit en A.

On adoucit la chute de la cuiller par le moyen d'un frein *cd* (*fig. 120* et *122*) qui frotte sur la tête du cabestan : on fait appuyer ce frein en tirant sur une corde *de* (*fig. 120*).

Pour que l'eau et la vase entraînées par la chaîne ne tombent pas sur les chevaux, on a placé sous la chaîne une caisse *fg* qui s'avance jusqu'au cabestan.

La chaîne passe sur un rouleau *h* (*fig. 120* et *122*) placé dans un châssis mobile *hi*; ce châssis est suspendu en *k* à un levier *lk* dont le bout est porté par un second levier *mn* auquel est attachée une corde *no* (*fig. 120*). Un homme placé à cette corde élève le rouleau *h*, afin que la chaîne s'enroule sur divers points du cabestan.

Le croissant en fer *rs* (*fig. 120, 121* et *122*) est destiné à retenir la potence; il y a en-dessous, en *t*, une dent qui s'engage dans un boulon horizontal enfoncé dans la potence. Quand on veut dégager ce boulon, on soulève le croissant en agissant sur le manche d'un levier coudé *u* qu'on distingue dans la figure 121. Pour empêcher au contraire le boulon de se dégager, on presse sur le croissant avec un levier *vx* qu'on fixe en *x* par le moyen d'un crochet à plusieurs crans *x*.

Les poutrelles *L*, *L* de la figure 122 sont garnies d'un bout à l'autre de dents sur lesquelles agit un rouage qui sert à enfoncer ou à arracher les poutrelles; c'est, à proprement parler, un grand cric composé d'un pignon de huit dents qui engrène à volonté avec la crémaillère; d'une roue de quarante-trois dents placée sur le même arbre que le pignon; d'un second pignon de huit dents et d'une seconde roue de quarante-trois dents montés sur un autre arbre parallèle au premier; enfin, d'un troisième pignon de huit dents placé sur l'arbre de la manivelle : ce mécanisme n'est pas représenté dans les figures.

La machine que je viens de décrire sert aussi à enlever les dépôts qui se forment plus rapidement dans ces bassins que dans les autres parties du port, attendu que les eaux y sont moins agitées et que les courans y sont moins sensibles.

Digitized by Google

Lorsqu'il n'y a pas à proximité des endroits où se fait le curage de quais sur lesquels on puisse placer la vase, on la dépose sur des chalans qui la transportent auprès des quais qu'on juge à propos de recharger. On emploie pour la débarquer une potence tournante à longue flèche dont la chaîne s'enroule sur un cabestan à manége.

La potence et le manége sont établis sur des pontons qu'on place auprès des quais.

On suspend à la chaîne des caisses qui contiennent $0^{m},45$. Il y a quatre caisses dont trois sont toujours sur le chalan.

Il faut pour suspendre une des caisses.....	0′ 15″
Pour l'enlever et la vider.....	0. 25.
Pour la ramener sur le chalan.....	0. 50.
TOTAL.....	1′ 30″

Ainsi, l'on décharge environ dix-huit mètres cubes de vase par heure.

Quatre hommes suffisent pour remplir les caisses.

Quand on se propose d'exhausser des terrains couverts d'eau, on décharge la cuiller de la machine à curer dans des chalans à clapets, qui, au lieu de s'ouvrir par le fond comme ceux qu'on voit en France, s'ouvrent sur les côtés. Les figures 123, 124 et 125, planche XIV, représentent un de ces chalans; on voit par le plan (*fig. 125*) qu'il y a deux puits, un de chaque côté, et que les bouts et le milieu sont destinés à faire flotter le chalan.

Dans la coupe (*fig. 124*), on distingue les plans inclinés qui forment les faces intérieures des puits et sur lesquels glisse la vase quand on la décharge.

L'élévation (*fig. 123*) montre la disposition des clapets ou mantelets qui sont tenus par des charnières au plabord du chalan.

Ces chalans tirant peu d'eau me paroissent propres à l'usage auquel ils sont destinés.

Digitized by Google

Il y a sur le Potomac, auprès de Washington, une machine à curer à godets, dans laquelle on emploie dix chevaux. Elle ne diffère de celles qu'on voit depuis quelque temps sur la Seine, à Paris, que par la nature du moteur ou par de plus grandes dimensions; elle a, comme celles de Paris, le défaut d'élever la vase à une trop grande hauteur. Je ne donnerai point de dessin de cette machine, et je ne m'y arrêterai pas davantage, parce que, depuis plusieurs années, il en existe à Lorient une qui est construite sur le même principe et qui n'a pas les mêmes inconvéniens.

Les figures 126 et 127 de la planche XIV représentent un ponton de transport auquel on a adapté des dérives, afin de le rendre plus propre à naviguer à la voile : ces dérives sont des panneaux suspendus à des chaînes enroulées sur des treuils.

Les treuils servent à élever ou à abaisser les dérives.

Quoique cette disposition des dérives n'ait rien de très-remarquable, je l'indique ici, parce qu'on peut quelquefois trouver à l'employer avantageusement.

Le mât de ce ponton est placé au milieu.

Il y a quatre gouvernails.

III. *Des machines employées pour les poulies et les pompes.*

Les machines établies, en 1803, dans la poulierie de Portsmouth n'ont point encore été adoptées en Amérique; et, quoique le haut prix de la main d'œuvre y détermine de bonne heure l'introduction des machines qui peuvent l'abaisser, il est peu probable que la marine des États-Unis ait de long-temps besoin d'un assez grand nombre de poulies, pour qu'il soit avantageux d'employer à les exécuter des machines aussi dispendieuses que celles de M. Brunel.

On voit, dans l'arsenal de Washington, une machine à vapeur de la force de vingt-huit chevaux destinée à faire mouvoir deux scies à une lame et les machines de la poulierie.

Digitized by Google

Le diamètre du cylindre de la machine à vapeur est de $0^m,66$, la course du piston de $1^m,52$. La tension de la vapeur en sus de la pression de l'atmosphère est mesurée par une colonne de mercure de $0^m,10$ de hauteur. Lorsque les deux scies marchent ensemble, le piston s'élève quinze fois par minute et les scies quatre-vingt-dix fois.

Il y a au premier étage de la poulierie plusieurs tours et deux machines à percer les trous pour les essieux des poulies. Une de ces machines, dont l'arbre qui porte la mèche à percer est horizontal, diffère peu de celles de Brest; l'autre, dans laquelle l'arbre est vertical, est représentée dans la figure 129, planche XV.

Cet arbre BE est suspendu par un émérillon B à un ressort en bois BL, et l'on peut l'approcher de la tablette DD sur laquelle on place l'objet à forer CC, en appuyant sur un levier à main MN qui tient au ressort BL par une tringle verticale LM.

Le mouvement de rotation de la machine à vapeur est transmis à l'arbre BE qui porte la mèche A par le moyen d'une roue E montée sur cet arbre, et d'une bande de cuir sans fin IEI qui vient d'une grande distance, afin que les variations qu'occasionne, dans la tension de cette bande, le mouvement vertical de l'arbre BE soient peu sensibles.

On maintient l'objet à percer CC sur la tablette DD par un levier à lunette GG auquel est suspendue une pédale HK.

Le point fixe de ce levier peut se placer à diverses hauteurs dans un montant JJ percé de plusieurs trous. La pédale est chargée d'un contre-poids K qui soutient le levier à lunette GG au-dessus de la tablette, pendant qu'on change l'objet à percer CC.

On ne travaille pas ordinairement les poulies à la suite les unes des autres dans la même pièce de bois; on coupe des billots de la longueur de chaque poulie qu'on se propose de faire, et l'on écorne ces billots avec une scie avant de s'occuper de la mortaise. Cet ordre de travail donne le moyen d'ouvrir à la scie une partie

Digitized by Google

de la mortaise, de manière qu'on n'a plus à creuser à la gouge, ou au ciseau, qu'une largeur égale à celle des têtes de la poulie.

On fait aujourd'hui de plusieurs pièces la majeure partie des poulies; on découpe les joues dans des plateaux, et on prépare d'avance des tasseaux destinés à maintenir l'écartement des joues et à former les têtes des poulies.

On monte ces diverses pièces dans une petite presse portative, et on les assemble par deux petites chevilles en bois à chaque bout. Lorsque la poulie est finie, on remplace les chevilles de bois par des boulons de fer.

Les dés de bronze sont ordinairement coulés massifs, et ils ne sont percés qu'après avoir été fixés aux rouets de poulie.

Au rez-de-chaussée de l'atelier de la poulierie, il y a des tours destinés à découper les roues des affûts et à percer les parcs à boulets.

L'outil employé pour les roues d'affûts est une lanterne en fer AB (*fig. 130* et *131*, pl. XV), dont un des cercles AAA est armé de couteaux A, A, A. Cet outil se monte au bout d'un arbre horizontal, et on présente devant les couteaux les plateaux dont on veut faire les roues.

Un outil semblable, mais d'un moindre diamètre, sert à former les entailles pour les cercles de fer qu'on place sur les faces opposées des roues.

Lorsqu'on veut percer le trou de l'essieu en même temps qu'on découpe les roues, on visse dans le milieu de la grande lanterne AB une autre lanterne *ab* dont le diamètre extérieur est égal à celui de l'essieu.

On ne sauroit, par le moyen de cet outil, faire des trous pour des essieux à fusée conique.

Pour creuser les parcs à boulets, on emploie un outil en forme de globe évidé et à jour dont la surface est garnie de couteaux AA disposés obliquement. On présente les parcs à boulets à cet

Digitized by Google

outil dont la figure 132, planche XV, donne une idée, et on fait tourner l'arbre BB.

Plusieurs outils aussi commodes que celui-ci sont exécutés dans nos ports, mais il me semble que les parcs à boulets les plus convenables sont des demi-parcs à boulets ordinaires, ou de simples tringles échancrées de distance en distance, placées sur des supports, et éloignées de la muraille de huit, dix ou douze centimètres selon les calibres.

On peut passer la main entre la tringle et la muraille pour prendre les gros boulets qu'il n'est point aisé de saisir quand les parcs sont à godets hémisphériques. Les échancrures suffisent pour empêcher les boulets de rouler.

Je n'ai point vu dans les arsenaux de machine pour percer les pompes, mais celle qu'on emploie dans les villes pour forer les tuyaux de conduite me paroît susceptible d'être adoptée dans la marine. Elle diffère principalement des machines des ports de France, en ce que la pièce de bois tourne et non la tarière. Cette méthode est préférée depuis long-temps dans les foreries de canons. La cuiller ne se renversant pas retient mieux les menus copeaux, et est par conséquent moins susceptible de s'engorger. Lorsqu'on veut ôter les copeaux, c'est la tarière qu'on retire, ce qui est moins pénible que de reculer la pièce de bois, et l'on peut profiter du mouvement de rotation de la pièce pour la polir extérieurement, et en dresser les bouts de manière que l'application des corps en bronze soit très-exacte.

La machine est représentée dans la planche XV (*fig. 133, 134* et *135*). La pièce de bois CC est placée dans deux lunettes DD, DD réunies entre elles par trois barres de fer, et elle est assujettie au centre de ces lunettes par des coins G, G, G, G et des vis *e, e, e, e*. Les lunettes roulent sur trois galets F, F qu'on distingue plus particulièrement dans la figure 135, et elles sont garnies d'une couronne dentée qui engrène à volonté avec une

Digitized by Google

roue dentée EE, montée sur un arbre II, mis en mouvement par une machine à vapeur ou une chute d'eau.

Le manche BB de chaque tarière A est terminé par deux rouleaux BB, qui appuient sur des coulisses horizontales OO, dont la hauteur est telle que l'axe de la tarière corresponde à l'axe de rotation des lunettes.

Avant de commencer le trou, on place auprès de la pièce de bois, sous le bout de la tarière, une planche ou support VV au bord supérieur duquel il y a une échancrure qui répond au centre de la lunette; ce support sert aussi à faire connoître si la pièce de bois est bien placée : on le retire quand la tarière est entrée de quelques centimètres.

La tarière pénètre d'environ un demi-centimètre par seconde, et, comme on perce par les deux bouts, il faut environ cinq minutes pour percer un tuyau de trois mètres de longueur.

Les tuyaux de conduite devant s'ajuster les uns dans les autres, on évase un des bouts du canal pendant que la pièce tourne, en se servant de l'outil représenté par les figures 136 et 138 dont le noyau est de la grosseur du canal, et l'on forme une pointe à l'autre bout de la pièce par le moyen de l'outil dont on voit une coupe dans la figure 137.

Pour placer la pièce de bois dans les lunettes, un premier ouvrier la prend vers le milieu avec un crochet S (*fig. 134*) fixé à la poulie inférieure d'un palan QQ qui est suspendu à une potence composée PPP*ppp*. Cet ouvrier élève la pièce, en tournant, par le moyen d'une manivelle double RR, un treuil TT adapté au crochet S du palan QQ, et la conduit entre les lunettes pendant qu'un autre ouvrier, la tenant par un des bouts, la dirige et la fait entrer dans les lunettes à mesure que le premier, détournant le treuil, la descend à la hauteur convenable.

On connoît déjà en France quelques modifications faites aux pompes par les Américains; j'ai remarqué qu'en général les clapets

Digitized by Google

sont composés de deux parties, et que la charnière est entre les deux parties comme l'indiquent les figures 139 et 140, et, comme on le pratique dans les pompes à double piston, avec cette différence, que les bords de la heuse et de la chopine de la figure 140 sont coupés obliquement, de manière qu'un même déplacement des soupapes donne une plus grande ouverture pour le passage de l'eau que dans les pistons ordinaires. Cette disposition me semble susceptible d'être adoptée dans plusieurs circonstances.

On construisoit dans l'arsenal de Norfolk, lorsque je le visitois, une pompe qui est représentée dans les figures 141 et 142.

C'est une caisse carrée dans laquelle est une planche mobile de la largeur de la caisse. Cette planche est retenue aux deux faces, auxquelles elle est parallèle par deux cloisons à charnières; une *aa* vers le haut, et l'autre *bb* vers le bas (1); et, par de petites verges de fer également à charnières, de manière qu'en se mouvant elle reste toujours parallèle à ces deux faces.

Il y a dans la planche plusieurs petites soupapes *c, c, c* qui s'ouvrent du côté de la cloison inférieure, et au pied de la caisse une soupape principale C qui s'ouvre en-dedans. Si l'on suppose que la caisse soit pleine d'eau, et qu'on tire à soi la planche mobile, l'eau contenue dans l'espace au-dessus de la cloison inférieure dégorgera par-dessus les bords de la caisse, et l'eau à épuiser entrera par la soupape du pied pour remplir l'espace sous la cloison supérieure, qui s'est agrandi par ce mouvement.

En enfonçant la planche dans la caisse, l'eau qui est sous la cloison supérieure traversera les ouvertures de la planche et passera sur la cloison inférieure, et en tirant de nouveau à soi la planche, on fera sortir une seconde fois de l'eau de la caisse.

La difficulté de bien exécuter et d'entretenir cette pompe en empêchera probablement l'adoption.

---

1) La cloison d'en-haut doit être brisée et à échancrure vers le milieu.

Digitized by Google

IV. *Des machines des forges des arsenaux.*

Il y a peu de choses à observer dans les forges des arsenaux de la marine.

On emploie au lieu de martinet un mouton qu'on laisse tomber d'une grande hauteur.

Les soufflets ne sont point mis en mouvement par des machines, on prétend qu'on ne seroit pas assez maître de régler le vent. Quelquefois, lorsque deux soufflets sont adaptés à la même forge, on les fait mouvoir par un balancier horizontal que plusieurs hommes se renvoient alternativement, tandis que d'autres hommes passent de l'un de ces soufflets sur l'autre; mais en général on emploie une branloire ordinaire qu'on place à portée de la main du souffleur, afin de supprimer la chaîne.

La machine à tordre les mailles des chaînes d'amarrage est représentée dans la planche XV (*fig. 143* et *144*).

Elle est composée de deux mâchoires, une fixe B et une mobile A. Cette dernière est portée par un arbre horizontal cylindrique A C, tenu dans deux montans, comme celui d'un tour en l'air. On règle l'écartement des deux mâchoires par le moyen d'une pointe à vis C D, placée à la suite de l'arbre dans un montant séparé.

Lorsqu'on a mis la maille de la chaîne dans les entailles des mâchoires, on fait tourner la mâchoire mobile en se servant d'une barre de fer qu'on passe dans un trou E fait exprès au travers de cette mâchoire.

J'ai vu préparer à Washington un appareil destiné à essayer la force des chaînes d'amarrage : on comptoit que, par le moyen d'un rouage composé, on produiroit une tension de trois cents tonneaux.

Digitized by Google

V. *Des machines de la corderie.*

Depuis quelques années les Américains ont imité les nouveaux procédés employés en Angleterre pour la fabrication des cordages. Les machines qu'ils ont adoptées ne diffèrent pas essentiellement de celles de MM. Lair et Hubert, qui sont aujourd'hui établies dans les arsenaux de la marine française ; cependant je pense qu'on ne sera pas fâché d'en trouver ici la description.

Dans presque toutes les corderies on se sert de chevaux pour goudronner le fil et pour commettre les cordages.

Le goudronnage se fait ordinairement dans un petit bâtiment séparé du reste de la corderie. Les fils sont passés dans le goudron en faisceaux de dix-huit à vingt centimètres de circonférence, contenant environ quatre cents fils. Les faisceaux sont tirés par un tambour ou cabestan qu'un cheval fait tourner.

Le manége pour commettre est ordinairement dans une cave sous la corderie, mais lorsque les localités s'y opposent, on l'établit au grenier. Le poinçon porte une grande roue dentée, avec laquelle on fait engrener à volonté divers pignons qui font tourner les crochets, soit immédiatement, soit par le moyen des roues intermédiaires. Le mécanisme diffère d'une corderie à l'autre.

Le chanvre du Kentucky, le plus estimé de ceux des États-Unis, n'est cependant employé par les meilleurs cordiers qu'en temps de guerre lorsqu'on ne peut se procurer du chanvre de Russie. On attribue ses défauts à l'usage de le rouir à l'air (*dry rotting*), et l'on prétend que s'il étoit roui dans l'eau (*watter rotted*), il seroit d'une excellente qualité.

On ne fait point éprouver au chanvre les mêmes préparations qu'en France ; à peine en retire-t-on deux ou trois pour cent d'étoupes et de chenevottes avant de le porter à la filerie.

Digitized by Google

Dans les nouveaux procédés on nettoie le chanvre avec plus de soin et on le file sensiblement plus fin. Un câble de soixante-un centimètres contient quatre mille deux cent cinquante fils, et j'ai vu une aussière de treize centimètres qui en avoit trois cent vingt et un.

On vend ces cordages douze pour cent de plus que les autres; mais on assure qu'ils sont de trente-six pour cent plus forts.

La plupart des cordiers suivent encore les anciens procédés; ils conviennent cependant que les cordages faits par les nouveaux sont plus forts; mais ils leur reprochent d'être plus facilement pénétrés par l'eau, de se pourrir plus promptement et d'être d'un emploi moins sûr, parce que le mal, commençant par le centre au lieu de commencer à l'extérieur, ne peut pas être aperçu aisément. Il est probable qu'ils sont moins retenus par ces considérations, que par la nécessité de traiter avec le propriétaire du brevet d'invention pour avoir le droit de faire usage des nouveaux procédés.

Les cordages fabriqués pour la marine militaire le sont par la nouvelle méthode.

La seizième planche contient les principales machines dont on fasse usage. Les figures 154 et 155 donnent une idée générale de la corderie. En jetant les yeux sur le plan (*fig. 155*), on voit à un des bouts de l'atelier un grand nombre de tourets placés dans un bâtis en charpente à proximité du chantier à commettre BB, un chariot à ourdir A A qui est dessiné sur une plus grande échelle dans les figures 145, 146 et 147, et à l'autre bout un double cabestan S et S'. On distingue les mêmes objets dans l'élévation, et de plus le manége qui fait tourner le cabestan principal S.

Les fils en sortant du goudron sont recueillis sur de grands tourets; mais, comme en les en retirant ils se présentent à rebrousse-poil, on les dévide avant d'ourdir sur les petits tourets qui fatiguent moins le fil et qui n'exigent pas autant de place.

Digitized by Google

Les fils se rendent des tourets au chantier BB au travers des plaques métalliques C, C, C semblables à des écumoires; ils passent ensuite dans des tubes en fer fondu, d'environ vingt centimètres de longueur, placés dans la traverse du chantier, et forment des tourons qu'on accroche aux molettes G, G, G du chariot à ourdir.

Le chariot à ourdir, que je décrirai plus bas, contient plusieurs roues dentées. Sur l'arbre d'une de ces roues II, de celle qui fait tourner les autres, il y a une fusée ou poulie dans la gorge FF de laquelle passe une corde qui a deux fois la longueur de l'atelier.

Un des bouts de cette corde est fixé à une boucle D auprès du cabestan principal; l'autre fait deux tours sur les cabestans en passant alternativement du grand au petit (1).

Lorsque les chevaux attelés au manége agissent, le chariot tiré par la corde s'éloigne du chantier BB, et en même temps la poulie sur laquelle passe la corde, tourne et fait tourner les molettes qui tordent les tourons.

On assure qu'il ne faut que vingt-cinq minutes pour ourdir un câble de soixante centimètres.

Les figures 145, 146 et 147 représentent un chariot à ourdir garni de cinq molettes G, G.

Ces molettes sont composées chacune d'un pignon et d'un crochet, et elles sont placées au-dessus d'une roue dentée verticale EE. On remarque (particulièrement dans le plan, figure 145) deux de ces molettes enfoncées dans la cage de la machine, et

(1) Ce double cabestan, dans l'usage duquel on n'a point besoin de choquer, a été attribué depuis quelques années à un Anglais; mais il a été employé dans deux machines pour remonter les bateaux, présentées en 1727 à l'Académie des sciences par M. Boulogne (*Recueil des machines approuvées par l'Académie*, tome IV, page 210). Il a été proposé de nouveau à l'occasion des prix de 1739 et de 1741, par MM. Jean Bernouilli fils et Ludot. On peut voir la discussion des avantages et des inconvéniens de cette disposition dans leurs Mémoires, qui sont au nombre des quatre entre lesquels a été partagé le double prix en 1741. (*Recueil des pièces qui ont remporté le prix de l'Académie*, tome V.)

Digitized by Google

dont les pignons ne répondent point à la roue dentée. Si on tiroit sur les crochets, les pignons viendroient s'engager, comme ceux des trois autres molettes, avec la roue dentée. Au contraire, si on enfonçoit les molettes dont les crochets sont très-saillans, les pignons cesseroient d'engrener avec la roue dentée et ne pourroient plus tourner en même temps que cette roue.

L'arbre de cette roue dentée porte une roue d'angle H qui est mise en mouvement par une seconde roue d'angle I I perpendiculaire à la première.

C'est sur l'arbre de la seconde roue d'angle I I qu'est montée la poulie F F ou F' F' sur laquelle passe la corde qui se rend au cabestan; mais on peut au besoin faire tourner cet arbre en plaçant des manivelles à ses extrémités.

Dans ce premier chariot, la poulie est accolée à la roue d'angle, et comme il est nécessaire de faire varier la torsion des tourons, selon qu'ils sont plus ou moins gros, on voit plusieurs trous carrés destinés à recevoir de petits crochets F', F' sur lesquels on fait passer la corde lorsqu'on trouve le diamètre de la poulie trop grand.

Une poulie K soutient la corde à sa sortie du chariot. Le chariot est monté sur quatre roulettes.

La figure 148 est le plan d'une seconde machine dans laquelle on retrouve les principales dispositions de la première; on y remarque huit molettes G, G, G, G, *g, g, g, g,* quatre petites *g, g, g g,* destinées à faire des tourons, et quatre plus fortes G, G, G, G destinées à commettre des aussières ou à former de gros tourons. Ces molettes engrènent à volonté avec la roue dentée E E qui est au-dessous, et sont disposées de manière que les efforts des tourons pour détourner le chariot soient à-peu-près balancés.

La poulie n'est point accolée à la grande roue d'angle I I comme dans la machine précédente; elle est remplacée par une

Digitized by Google

fusée F qui est montée sur le bout de l'arbre et qu'on peut aisément changer.

La roue d'angle I I peut tourner librement sur l'arbre, lorsqu'on le juge à propos. Pour la fixer, on fait avancer sur le carré de l'arbre un manchon Y Y dont les griffes Z, Z s'engagent entre les rayons de la roue. Ce mouvement s'opère par le moyen d'un levier dont le point d'appui est à une des extrémités.

Comme la fusée F est en-dehors du chariot, la corde qui l'enveloppe tend sans cesse à déranger le chariot de sa direction naturelle : pour éviter cet inconvénient, on a placé dans le chariot une autre fusée F′ dont l'arbre est parallèle à celui de la première. Deux roues dentées J J et I′ I′, montées sur ces arbres, transmettent le mouvement de l'un à l'autre. Il est aisé de calculer le diamètre de ces deux roues et de la fusée pour que les molettes aient la vîtesse qu'on se propose de leur donner.

Des rouleaux K, K servent à maintenir la corde sur les fusées.

Un troisième chariot est représenté dans les figures 149 et 150. Les molettes sont également mises en mouvement par une roue dentée verticale E E, mais la fusée F F′ est placée sur l'arbre même de la roue dentée.

La fusée a plusieurs gorges ou canaux F F, F′ F′, et peut glisser sur la partie carrée de l'arbre qui la traverse. La corde enveloppe une demi-circonférence d'une des gorges de la fusée et passe sous deux poulies de renvoi K, K placées sur une broche perpendiculaire à la direction de l'arbre de la fusée. Les deux poulies sont susceptibles d'être éloignées ou rapprochées l'une de l'autre, et on a soin d'avancer ou de reculer la fusée, et de placer les poulies de manière que leurs gorges et celle de la fusée qui contient la corde se correspondent.

Je terminerai la description des machines de la corderie par celle de deux dévidoirs employés à charger les petits tourets.

Le premier est très-simple : on voit dans le plan (*fig. 151*)

Digitized by Google

quatre tourets T, T, T, T montés sur deux broches de fer horizontales.

Chacune de ces broches est terminée par un pignon G dont les dents engrènent dans celle d'une roue verticale E. Des enfans dirigent les fils sur les tourets, pendant qu'un homme fait tourner la roue verticale par le moyen d'une manivelle.

Le second dévidoir (*fig. 152* et *153*) contient aussi quatre tourets, mais ils sont portés par des broches verticales : chacune de ces broches est garnie à son pied d'un pignon G. Les quatre pignons engrènent avec une roue dentée horizontale EE qui reçoit le mouvement, moyennant deux roues d'angle H, H, d'un arbre horizontal auquel est adaptée une manivelle.

Ce mécanisme est renfermé dans une cage carrée.

Pour distribuer uniformément les fils sur les tourets, on les fait passer sur deux châssis verticaux L, L, suspendus en-dehors de la caisse, qui montent et descendent successivement : ces deux châssis sont liés l'un à l'autre par une traverse horizontale MM.

La traverse est garnie d'un petit rouleau N qui appuie sur une pièce tournante PP de la forme d'un cœur. A chaque révolution de cette pièce, la traverse s'élève et s'abaisse, et les fils parcourent deux fois la hauteur du touret.

La pièce en cœur est montée sur un arbre horizontal parallèle à celui qui porte la manivelle.

Ces deux arbres sont mis en communication de mouvement par le moyen de deux roues dentées R, QQ qui engrènent l'une avec l'autre. Ainsi, en tournant la manivelle, le fil est enroulé sur les tourets, et les châssis, qui règlent sa position, élevés et abaissés successivement.

Comme les châssis sont assez pesans, on a placé en-dehors deux longs rouleaux U, U sur lesquels passent des cordes auxquelles sont suspendus des contre-poids V, V : ces rouleaux sont portés par les prolongemens des pièces de la cage.

Digitized by Google

Ce dévidoir est compliqué et dispendieux; il me semble qu'on feroit une machine plus simple en plaçant tous les tourets sur des broches horizontales, établies à diverses hauteurs.

VI. *Des machines à fabriquer les clous coupés.*

On fait en Amérique une très-grande consommation de clous coupés, c'est-à-dire de clous qu'on fabrique en taillant des bandes de fer ou de cuivre en petits morceaux un peu plus larges à un bout qu'à l'autre, et en refoulant le métal au bout le plus large pour former la tête.

Ces clous sont moins chers que les clous forgés, parce qu'ils exigent peu de main d'œuvre et qu'on les fait avec des machines. Il y a des machines qui font cent quarante clous par minute.

Quoique les clous coupés ne soient point exécutés dans les arsenaux, cependant, comme on en fait usage pour la menuiserie des vaisseaux, qu'on en fabrique pour le doublage en cuivre et qu'ils peuvent être utiles dans les colonies où l'on construit beaucoup de maisons en bois, il m'a paru que la description des principaux moyens qui servent à les confectionner ne seroit point déplacée dans cet appendice.

Le fer est ordinairement tiré au laminoir en bande de l'épaisseur que doivent avoir les clous; l'écrouissement donne à ces bandes une grande dureté, et les clous qui en proviennent ont beaucoup de rigidité.

Le laminage dispose naturellement le *nerf* ou les *fibres* du métal dans le sens de la longueur des bandes; et quand les clous sont pris dans le même sens, ils sont à-la-fois rigides et *nerveux;* mais quand ils sont coupés transversalement dans les bandes, et c'est l'usage de la plupart des fabriques, ils plient rarement sans se gercer ou se rompre.

La première machine de la planche XVII (*fig. 156* et *157*)

Digitized by Google

est composée de deux mâchoires, l'une fixe A, et l'autre mobile B, garnies toutes les deux de couteaux en acier.

La mâchoire mobile B est placée au bout d'un levier BC qui reçoit un mouvement alternatif d'un arbre coudé qu'un manége ou une roue à eau fait tourner.

A quelque distance, en avant des deux mâchoires, il y a un billot en bois M de la même hauteur que la mâchoire fixe.

Si, pendant que la mâchoire mobile B est élevée, on appuie une bande de fer sur la mâchoire fixe A et sur le billot M, la mâchoire mobile B, en s'abaissant, coupera un morceau de la bande qui tombera au pied de la mâchoire fixe.

Pour que la largeur des morceaux soit toujours la même, on fixe avec des vis, sous la mâchoire mobile, une petite pièce de fer *r* qui détermine la quantité dont la bande de fer peut être avancée sous la mâchoire et conséquemment la largeur du morceau.

On a soin en présentant la bande de fer d'en porter un peu le bout extérieur alternativement vers la droite et vers la gauche; par ce moyen, le morceau se trouve plus large à l'un des bouts qu'à l'autre. L'obliquité de la bande de fer est réglée par deux pointes de fer *s*, *s* enfoncées dans le billot.

Quand la bande est trop courte pour atteindre le billot, on la place dans des tenailles T dont une des mâchoires est exactement de la largeur de la bande, afin qu'elle en devienne pour ainsi dire la continuation.

La machine qui est représentée dans la figure 158 (pl. XVII) a la même destination que la précédente. C'est à proprement parler une paire de cisailles montée sur un billot.

L'ouvrier qui présente le fer coupe le morceau destiné à devenir un clou, en appuyant sur une pédale P, qui, par le moyen d'un balancier D E F, ferme les cisailles A B C; lorsqu'il retire son pied, un ressort en bois Q ouvre les cisailles et il présente de

Digitized by Google

nouveau la bande. Il a, comme dans la première machine, l'attention de porter alternativement la bande un peu vers la droite et vers la gauche, afin d'obtenir des morceaux plus larges à un bout qu'à l'autre.

Les deux étaux, que les figures 159 et 161 représentent, sont employés pour faire les têtes des clous.

L'ouvrier prend un des morceaux coupés par les cisailles et le place entre les deux mâchoires A et B d'un des étaux, de manière qu'une portion du bout le plus large reste un peu au-dessus de l'étau. Alors en appuyant sur une pédale P, qui agit sur l'étau par le moyen d'un levier DEF, auquel elle est suspendue, il serre fortement le morceau de fer, ensuite il forme la tête en frappant deux ou trois coups de marteau.

La figure 160 représente le premier étau vu par-dessus.

On ne fait usage de ces machines que dans de petits ateliers; dans les grands on préfère les machines qui font de suite la tête du clou. Une des plus simples est représentée par les figures 162 et 163 (pl. XVII); un arbre tournant E, à deux coudes opposés D et E, fait mouvoir la mâchoire mobile BC des cisailles A B, et un levier vertical GI qui doit servir à former la tête.

Le morceau coupé est retenu par un petit ressort *q*, qui l'empêche de tomber (1). La mâchoire mobile B continuant de tourner abaisse le morceau jusqu'à ce qu'il soit arrivé dans une petite rainure de la mâchoire fixe A; alors la mâchoire mobile commence à remonter, et le levier vertical GI (*fig. 162*) s'avançant sur la partie courbe PL (*fig. 162* et *163*) d'un levier horizontal PLM, portant une dent N, qu'on peut comparer à une mâchoire d'étau, serre le clou contre la mâchoire inférieure des cisailles.

Ce n'est pas, à parler exactement, le levier vertical qui agit sur la partie courbe du levier horizontal, mais un rouleau K attenant

(1) Ce petit ressort est fixé à la mâchoire mobile.

Digitized by Google

à ce levier vertical. Lorsque le rouleau a dépassé la partie courbe du levier horizontal et qu'il appuie sur la partie droite L M, la dent N de ce levier cesse de s'approcher de la mâchoire fixe des cisailles, mais le levier vertical G I continuant à s'avancer pousse une pièce en acier H qui refoule le bout du clou et lui donne la forme d'une tête.

Cette dernière opération n'a lieu que lorsque le levier vertical est sur le point de reculer, autrement dit, lorsqu'il avance lentement et agit avec la plus grande force. Les cisailles ne sont pas encore ouvertes ; pendant qu'elles s'ouvrent le levier vertical s'éloigne ; des ressorts écartent le levier horizontal et la pièce en acier, et le clou tombe.

L'ouvrier doit encore ici présenter obliquement le fer aux cisailles, mais comme il faut que le bout le plus large du morceau soit toujours du côté du levier vertical, l'ouvrier est obligé de tourner chaque fois la bande sens dessus dessous, au lieu d'en porter successivement le bout à droite et à gauche.

La machine représentée dans la figure 164 (pl. XVII) est destinée au même usage que celle que je viens de décrire. Les cisailles A B sont verticales et ont l'apparence d'un étau dont les mâchoires A et B seroient garnies de couteaux.

Un levier horizontal D E, qui est attaché par une verge de fer à un arbre coudé, en s'élevant et s'abaissant alternativement, met en jeu toutes les parties de la machine.

Ce levier porte un rouleau K, qui rapproche la mâchoire mobile de la mâchoire fixe, tant qu'il appuie sur la partie oblique P L de la première.

Au commencement du mouvement du levier, la bande de fer est saisie par les cisailles et le clou est coupé ; ensuite la mâchoire mobile continuant à croiser ou doubler la mâchoire fixe, une languette *qn* presse sur le clou et le fait descendre peu-à-peu ; un levier coudé *def* amène au-dessous du clou une pièce hori-

Digitized by Google

zontale H, et deux dents N et *a* faisant partie des mâchoires le saisissent par la partie inférieure comme le feroit un étau.

Quand le rouleau est parvenu sur la partie circulaire LM décrite du centre ou point d'appui E du levier, la mâchoire mobile B s'arrête, le levier DE soulève la pièce horizontale H, qui, dans le commencement du mouvement, s'étoit placée sous le clou, et forme une tête en refoulant la partie du clou qui est au-dessous des dents N et *a* qui le retiennent.

Pendant cette dernière opération le grand levier DE s'élève lentement et il commence immédiatement après à descendre. Il ne se passe rien de remarquable jusqu'à ce que le rouleau K soit arrivé sur la partie oblique LP de la mâchoire mobile B; alors les dents N et *a* qui serrent le clou l'abandonnent, la pièce horizontale H qui a formé la tête est écartée par un ressort Q : en même temps la languette *qn* se retire, le clou tombe, les cisailles s'ouvrent et l'on peut présenter de nouveau la bande de fer.

La languette *qn* destinée à faire descendre le clou, tient à un ressort *mn*, porté par un chandelier *mog* fixé à la mâchoire mobile. Un petit rouleau *k* dont on change à volonté la hauteur par le moyen d'une vis appuie sur ce ressort. Lorsque la mâchoire mobile commence à s'approcher de l'autre, le petit rouleau *k* se trouve sur la partie droite *pn* du ressort, et la languette *nq* n'agit point sur le clou; aussitôt que le clou est coupé, la partie courbe *pl* du ressort *mn* arrive sous le rouleau *k*, le ressort fléchit et la languette *nq* abaisse le clou.

La branche verticale *fe* du levier coudé *fed*, qui amène sous le clou la pièce horizontale H destinée à faire la tête, doit être formée par un ressort, afin qu'elle cède lorsque la pièce horizontale H est arrivée sous le clou.

Dans cette machine, comme dans la précédente, la bande de fer doit être retournée chaque fois pour que la partie la plus large du morceau soit toujours en bas.

Digitized by Google

Un mécanisme particulier, représenté de grandeur naturelle (*fig. 165* et *166*) planche XVII, opère ce renversement et fait en même temps avancer la bande d'une quantité égale à la largeur moyenne du clou.

Qu'on se figure une vis TT dont le filet soit triangulaire et assez saillant pour qu'après l'avoir limé sur quatre côtés de la vis et jusqu'au point de la rendre carrée, la cannelure soit encore bien marquée, et que cette vis soit tenue entre deux clés RR (*fig. 165*), comme le sont les arbres des tours en l'air à vis.

Si l'on place la bande de fer dans des pincettes au bout de la vis et qu'on fasse faire un demi-tour à la vis, la bande de fer se retournera et avancera d'une quantité égale à la moitié du pas de la vis.

Pour donner ce demi-tour à la vis, on la fait passer librement dans une boîte UUXX, dont le trou est carré : cette boîte sert en quelque sorte de poignée à la vis ; elle est ronde extérieurement et terminée par un anneau denté UU qui ressemble un peu aux roues d'échappement des montres ordinaires.

Un second anneau VV également denté, peut tourner librement sur cette boîte, quand les dents qu'il porte ne sont point engagées dans celles du premier anneau.

On conçoit facilement que la courroie ZZ qu'on voit sur le second anneau peut recevoir du mécanisme principal un mouvement de va-et-vient, qui fasse faire à cet anneau une demi-révolution alternativement dans un sens et dans l'autre. Lorsque dans cette demi-révolution les dents de l'anneau mobile VV se dégageront de celles de l'autre anneau UU, la boîte ne tournera pas; au contraire, quand les dents des deux anneaux prendront les unes dans les autres, la boîte UU, et par suite la vis TT, feront un demi-tour.

Il est inutile d'ajouter que le mouvement de la vis et celui des cisailles sont combinés de manière que le demi-tour qui

Digitized by Google

fait avancer la vis a lieu lorsque les cisailles sont ouvertes.

Il sembleroit aisé d'imaginer un mécanisme moins imparfait: il arrive rarement que la bande se présente dans un plan vertical. On a remédié à ce défaut en adaptant à la mâchoire mobile un ressort, ou, à proprement parler, une mâchoire élastique, qui presse légèrement la bande de fer avant qu'elle soit saisie par les couteaux et l'applique contre la mâchoire fixe.

J'ai vu près de Boston un établissement dans lequel il y avoit seize machines de ce genre, qui faisoient chacune cent quarante clous par minute. Le seul état de Massachusetts a fabriqué en 1810 trois mille tonneaux de clous coupés.

Les petits clous se fabriquent à froid et les grands à chaud.

Les figures 167, 168, 169, 170, 171 et 172, représentent sur deux faces des clous coupés de grandeur naturelle; on y remarque près de la tête l'impression des dents qui retiennent le clou pendant que la tête se forme.

On voit dans les figures 173 et 174 les deux faces d'un clou de cuivre à doublage fait à la machine, et dans les figures 175 et 176, des clous fondus en cuivre et en zinc.

Digitized by Google

VII. *De l'outil à creuser l'emplacement des tampons d'assemblage, et des tarières en hélice.*

Parmi les outils adoptés depuis quelques années dans les arsenaux, j'ai remarqué les tarières en hélice et l'outil avec lequel on prépare l'emplacement des tampons employés dans les assemblages.

On sait que les Anglais ont exécuté beaucoup de mâts composés, dans lesquels ils ont subtitué aux tenons faits aux dépens des pièces assemblées, des tampons cylindriques de bois dur (1), et que de semblables tampons s'emploient dans quelques autres circonstances où l'assemblage doit être consolidé par des chevilles.

Quand les deux pièces destinées à être réunies sont appliquées convenablement l'une sur l'autre, on perce perpendiculairement aux faces suivant lesquelles ces pièces se joignent les trous des chevilles qui doivent les assembler; ensuite on sépare les pièces et l'on creuse dans chacune une mortaise circulaire susceptible de recevoir la moitié du tampon qu'on se propose d'employer.

L'outil dont on se sert pour cela, qu'on appelle en anglais *douling machine* (machine à tampons) et qu'on pourroit appeler fraise à tampons, est représenté de grandeur naturelle dans la planche XVII (*fig. 177* et *178*).

Il est composé d'une broche en fer AB au bout B de laquelle est un manche comme celui d'une tarière, et d'une pièce en bronze CDF qui porte les fers tranchans (2).

---

(1) On peut voir la disposition de ces tampons (en anglais *doul*) dans la première planche de la nouvelle édition de l'art de faire les mâts, par M. Steel (*Steel's Art of making masts; London, 1816*)

(2) Dans la figure, le manche n'est pas représenté, et la broche est coupée auprès de la boîte en bronze.

Digitized by Google

La pièce en bronze est fixée sur la broche par le moyen d'une goupille E qui traverse la broche et un canon F de la pièce en bronze.

La broche A B se place dans le trou fait avec la tarière pendant que les pièces de bois étoient appliquées l'une sur l'autre.

La pièce en bronze a le même diamètre que le tampon; elle est garnie à sa partie supérieure d'un bourlet ou anneau saillant D, qui détermine la profondeur de la mortaise.

Un des tranchans est une espèce de *traçoir* GH, entaillé à queue d'aronde à la surface de la pièce en bronze; il découpe le bois tout autour de la mortaise; on avance ce traçoir par le moyen d'une vis à mesure qu'il s'use.

L'autre tranchant IIL est placé dans une échancrure de la pièce en bronze à-peu-près de la même manière qu'un fer de rabot, mais il est fixé par une vis K à large tête, qui passe librement dans une petite rainure qui traverse le fer.

Dans quelques fraises à tampons nouvellement exécutées, on a placé un troisième tranchant semblable au fer d'un rabot rond; on assure que le travail se fait plus promptement.

Deux espèces de tarières en hélice sont aujourd'hui généralement employées. Dans les unes, représentées par les figures 179 et 180, l'hélice est double, et dans les autres (*fig. 181* et *182*) elle est simple; les dernières sont considérées en Amérique comme un perfectionnement des premières. Les doubles (*fig. 179*) sont terminées par une vis à deux filets, mais on attache peu d'importance à cette vis, et quand elle est cassée, on ne s'occupe pas de la remplacer. Il m'a semblé qu'elle étoit plus nuisible qu'utile : dans certains bois les cannelures se remplissent et la vis devient une pointe conique qui empêche la tarière d'entrer davantage.

L'usage de ces tarières pourra seul décider si elles sont préférables aux anciennes : peut-être sont elles plus propres pour percer les bois durs d'Amérique que les bois tendres; alors elles

Digitized by Google

pourroient convenir à Toulon et ne pas réussir à Brest. J'ai fait à Lorient quelques expériences dont je vais rapporter les résultats.

			PROFONDEUR du trou.	DURÉE du travail.	TEMPS rapporté à un mètre.
			mètres.	min. secondes.	min. secondes.
Tarière ordinaire du port de Lorient de trente et un millimètres. Cuiller en forme de gouge de tourneur.....	1.re expérience.	deux premiers décimèt.	0,20.	2. 0.	10. 0.
		deux derniers décimètres	0,20.	3. 15.	16. 15.
		TOTAL.....	0,40.	5. 15.	13. 7 1/2
	2.e expérience.	premier décimètre.....	0,10.	0. 56.	9. 20.
		second décimètre.....	0,10.	1. 27.	14. 30.
		troisième décimètre....	0,10.	1. 38.	16. 20.
		quatrième décimètre...	0,10.	1. 47.	17. 50.
		TOTAL.....	0,40.	5. 48.	14. 30.
	3.e expérience.	premier décimètre.....	0,10.	1. 10.	11. 40.
		second décimètre.....	0,10.	2. 0.	20. 0.
		troisième décimètre....	0,10.	1. 55.	19. 10.
		quatrième décimètre...	0,10.	1. 35.	15. 50.
		TOTAL.....	0,40.	6. 40.	16. 40.
Tarière américaine de trente-deux millimètres, à hélice simple de trente centimètres de longueur. *Nota.* Le temps employé à retirer la tarière et à mettre du sable dans le trou, n'est compris dans les durées ci-dessus.	1.re expérience.	premier décimètre.....	0,10.	1. 5.	10. 50.
		second décimètre.....	0,10.	5. 18.	53. 0.
		troisième décimètre....	0,10.	5. 15.	52. 30.
		quatrième décimètre...	0,10.	2. 45.	27. 30.
		TOTAL.....	0,40.	14. 23.	35. 57 1/2
	2.e expérience.	premier décimètre.....	0,10.	0. 50.	8. 20.
		second décimètre.....	0 10.	1. 10.	11. 40.
		troisième décimètre....	0,10.	1. 30.	15. 0.
		quatrième décimètre...	0,10.	3. 35.	35. 5.
		TOTAL.....	0,40.	7. 5.	17. 42.
Tarière de trente-deux millimètres, à hélice simple, faite à Lorient.....	expér.re unique. bois très-noueux	premier décimètre.....	0,10.	2. 35.	25. 50.
		second décimètre.....	0,10.	2. 30.	25. 0.
		TOTAL.....	0,20.	5. 5.	25. 25.

Digitized by Google

			PROFONDEUR du trou.	DURÉE du travail.	TEMPS rapporté à un mètre.
			mètres.	min. secondes.	min. secondes.
Tarière de vingt-neuf millimètres, à hélice simple, faite à Lorient.....	1.re expérience.	premier décimètre.....	0,10.	1. 20.	13. 20.
		second décimètre.....	0,10.	1. 50.	18. 20.
		troisième décimètre....	0,10.	2. 40.	26. 40
		quatrième décimètre...	0,10.	1. 50.	18. 20.
		fin du trou.....	0,03.	0. 30.	16. 40.
		TOTAL.....	0,43.	8. 10.	19. 0.
	2.e expérience.	premier décimètre.....	0,10.	1. 0.	10. 0.
		second décimètre.....	0,10.	1. 10.	11. 40.
		troisième décimètre....	0,10.	2. 20.	23. 20.
		quatrième décimètre...	0,10.	3. 0.	30. 0.
		TOTAL.....	0,40.	7. 30.	18. 45.
	3.e expérience.	premier décimètre.....	0,10.	1. 20.	13. 20.
		second décimètre.....	0,10.	1. 25.	14. 10.
		troisième décimètre....	0,10.	2. 10.	21. 40.
		quatrième décimètre...	0,10.	1. 50.	18. 20.
		TOTAL.....	0,40.	6. 45.	16. 52.
Tarière américaine de trente-huit millimètres, à double hélice.....		premier décimètre.....	0,10.	1. 35.	15. 50.
		second décimètre.....	0,10.	1. 55.	19. 10.
		troisième décimètre....	0,10.	6. 30.	65. 0.
		TOTAL.....	0,30.	10. 0.	33. 20.
Tarière à double hélice en usage à Lorient.....		premier décimètre.....	0,10.	1. 10.	11. 40.
		second décimètre.....	0,10.	3. 0.	30. 0.
		troisième décimètre....	0,10.	3. 45.	37. 30.
		TOTAL.....	0,30.	7. 55.	26. 23.
Tarière ordinaire.....		par un jeune homme...	0,48.	8. 25.	17. 32.
		par un vieillard.....	0,48.	10. 10.	21. 11.
Tarière américaine.....		par un jeune homme...	0,48.	10. 40.	22. 13 1/2
		par un vieillard.....	0,47.	16. 45.	34. 53.

Digitized by Google

		PROFONDEUR du trou.	DURÉE du travail.	TEMPS rapporté à un mètre.
		mètres.	min. secondes.	min. secondes.
Tarière de trente-deux millimètres, à hélice simple, faite à Lorient.....	par un jeune homme...	0,47.	7. 47.	16. 34.
		0,48.	8. 50.	18. 24.
		0,48.	10, 0.	20. 50.
	par un vieillard.....	0,48.	14. 16.	29. 46.
Tarière de vingt-sept millimètres, à hélice simple, faite à Lorient.....	par un jeune homme...	0,48.	11. 20.	23. 37.
	par un vieillard.....	0,465.	12. 20.	26. 18.
Observations faites à Boston.....		0,08.	1. 0.	12. 30.
		0,05.	1. 0.	20. 0.

La dernière colonne de ce tableau indique le nombre de minutes qu'il faudroit pour percer une longueur d'un mètre en raison du temps employé dans chaque expérience. Les conséquences qu'on peut tirer de l'examen de cette colonne ne sont pas favorables aux nouvelles tarières, et je dois encore ajouter que dès que la partie en hélice est entrée dans le bois, on est obligé de les retirer comme les anciennes, parce que les copeaux ne sortent plus aussi aisément; il arrive même quelquefois que la résistance est telle, que les tarières se tordent et deviennent difficiles à arracher. Cependant il faut dire que les ouvriers trouvoient qu'elles les fatiguoient moins que les anciennes, et qu'il seroit possible que l'habitude de s'en servir fît disparoître leurs inconvéniens. Dailleurs mes expériences sont loin d'être complètes, et l'on ne seroit pas fondé à en tirer une conclusion définitive.

Digitized by Google

TABLE.

OBJET ET PLAN DU MÉMOIRE.....Page
RAPPORT À L'INSTITUT..... 1.
ARTICLE I. DE L'APPLICATION DES MACHINES À VAPEUR À LA NAVIGATION..... 31.
Moyens mécaniques proposés en France..... 32.
——— en Angleterre..... 33.
Première application des machines à vapeur à un mouvement de rotation..... 34.
Emploi des machines à vapeur à la navigation en France..... *Ibid.*
——— en Angleterre.. *Ibid.*
——— en Amérique... 35.
Essais de M. Fulton..... 37.
Extension de la navigation en Amérique..... 38.
Ressources en combustible sur le Mississipi et l'Ohio..... 40.
ARTICLE II. DE LA FORME ET DES DIMENSIONS DES BATEAUX À VAPEUR..... 41.
Forme générale des bateaux d'Amérique..... *Ibid.*
Tableau de la longueur et de la largeur des bateaux..... 42.
Creux ordinaire des bateaux..... 43.
Tirant d'eau de divers bateaux..... 44.
Disposition de la machine à vapeur..... 45.
Emménagemens des bateaux..... *Ibid.*
Nombre des personnes employées sur les bateaux..... *Ibid.*
Encaissement des chaudières et des roues..... 46.
Position des roues à aubes..... 47.
Échantillons des principales pièces des bateaux..... *Ibid.*
Idée générale de la machine à vapeur..... 48.
Faux calculs sur les bateaux à vapeur..... *Ibid.*
Bases des calculs de M. Fulton..... 49.
Dimensions qu'on peut donner aux bateaux et aux machines. 50.
Dimensions des machines exécutées pour divers bateaux... 51.

Digitized by Google

Accroissement successif de la grandeur des machines . . Page 52.
Observation sur la grandeur des roues et des aubes. . . . . *Ibid.*
Tableau comparatif de la force de la vapeur et de la vitesse du piston, des aubes et des bateaux. . . . . 53.
Remarque sur la tension de la vapeur. . . . . *Ibid.*
Remarque sur la vitesse du piston. . . . . 54.
Remarque sur les dimensions des aubes. . . . . *Ibid.*
Remarque sur la vitesse des aubes et du bateau. . . . . 56.
Remarque sur le diamètre des roues. . . . . *Ibid.*
Principe pour comparer les vitesses de divers bateaux. . . . . 58.
Application de ce principe au bateau *l'Africain* (note) . . . . 59.
Règle pour déterminer la vitesse d'un bateau. . . . . 60.
Règle pour déterminer la grandeur d'un bateau. . . . . 61.
Règle pour déterminer la grandeur de la machine. . . . . *Ibid.*
Remarque sur les bateaux à treuil. . . . . 62.
Remarque sur la vitesse la plus avantageuse pour remonter une rivière. . . . . *Ibid.*
ARTICLE III. DESCRIPTION PARTICULIÈRE DE QUELQUES BATEAUX. 64.
§. I. Description *du Chancellor Livingston*. . . . . *Ibid.*
§. II. Observations sur *le Fulton*. . . . . 67.
§. III. Observations sur *le Washington*. . . . . 69.
§. IV. Observations sur *le Savannah*. . . . . 71.
§. V. Observations sur *le Paragon*. . . . . 74.
§. VI. Des bateaux de passage. . . . . 75.
Des bateaux de passage à vapeur. . . . . 76.
Des bateaux de passage à manége. . . . . 77.
1.er Disposition du mécanisme des manéges. . 78.
2.e Disposition du mécanisme des manéges. . *Ibid.*
3.e Disposition du mécanisme des manéges. . 79.
4.e Disposition, plan incliné mobile. . . . . *Ibid.*
Idée primitive des bateaux à manége. . . . . 80.
ARTICLE IV. DES MACHINES À VAPEUR ÉTABLIES SUR LES BATEAUX. 81.
§. I. Description de la machine du bateau *le Chancellor Livingston*. . . . . *Ibid.*
Marche de la vapeur. . . . . 82.
Mécanisme pour la transmission du mouvement. . 84.
Charpente qui maintient le mécanisme. . . . . 86.
Mécanisme pour le mouvement des soupapes. . . . *Ibid.*
Suspension du mouvement de la machine. . . . . 89.

Digitized by Google

Introduction de la vapeur..... Page 89.
Mise en mouvement de la machine..... *Ibid.*
Description du régulateur simplifié..... 90.
§. II. Description de la machine à haute pression de l'*Ætna*. 93.
Disposition du mécanisme..... *Ibid.*
Tension de la vapeur..... 94.
Emploi de la force expansive de la vapeur..... *Ibid.*
Moyen de régler l'entrée et la sortie de la vapeur.. 95.
Mise en mouvement de la machine..... 97.
Mécanisme pour le mouvement du plateau régulateur..... 98.
Remarque sur l'irrégularité du mouvement..... 99.
Remarque sur le volant..... 100.
Remarque sur la suspension du balancier..... *Ibid.*
Calcul de l'épaisseur des chaudières..... 101.
Calcul de l'épaisseur des plaques des bouts des chaudières..... 102.
Calcul du nombre des boulons d'assemblage..... 103.
Remarque sur les dimensions des chaudières..... *Ibid.*
De la garniture du piston..... 104.
Des garnitures entre les pièces fixes..... *Ibid.*
Remarque sur les explosions des chaudières..... 105.
Observation sur les moyens de les prévenir (note). *Ibid.*
Comparaison des machines de MM. Evans et Woolf. 106.
§. III. Description de la machine à rotation immédiate de *la Surprise*..... 108.
Remarque sur les moyens d'obtenir un mouvement de rotation..... *Ibid.*
Marche de la vapeur..... 109.
Jeu des ailes ou soupapes..... 110.
Remarque sur les garnitures..... 111.
Réfrigérant pour échauffer l'eau..... 112.
Remplacement de l'eau dans la chaudière..... *Ibid.*
Remarque sur la tension de la vapeur..... *Ibid.*
Disposition des chaudières..... 113.
Dimensions des roues à aubes..... *Ibid.*
Dimensions du bateau..... *Ibid.*
Consommation du bois à brûler..... *Ibid.*
§. IV. Diverses dispositions des machines des bateaux... 114.

Digitized by Google

Machine du bateau *le Fire Fly*..... Page 114.
Machine d'un bateau du Missisipi..... 115.
Marche de la vapeur..... 116.
Idée générale du tiroir ou piston régulateur... 117.
Petite machine de trente-huit centimètres..... 118.
Autre machine à balancier..... 119.
Machine *du Savannah*..... 121.
Mécanisme sans engrenage..... 122.
Mécanisme à varlet..... 123.
Machine double à canal circulaire..... *Ibid.*
5. V. Des chaudières..... 124.
Préférence donnée au cuivre..... 126.
Sédiment formé dans les chaudières..... 127.
Chaudière du bateau *le Chancellor Livingston*..... *Ibid.*
——— *le Swift*..... 129.
——— *le Robert Fulton*..... *Ibid.*
——— *le Connecticut*..... *Ibid.*
Chaudière à un seul tuyau..... 130.
Chaudière à tuyau revenant au milieu..... 131.
Chaudière dont le fourneau seul est enveloppé d'eau. *Ibid.*
Chaudière sous laquelle on fait le feu..... *Ibid.*
Chaudière composée de trois cylindres..... *Ibid.*
Chaudière composée de quatre cylindres..... 132.
Consommation du combustible..... *Ibid.*
Dimensions de diverses chaudières..... *Ibid.*
NOTE I. SUR DIVERS BATEAUX À VAPEUR..... 135.
Première section..... *Ibid.*
1. *L'Ætna*, bateau à vapeur..... *Ibid.*
2. *La Surprise*..... 136.
3. *L'Olive Branch*..... 137.
4. *Le Nautilus*..... *Ibid.*
5. *Le Delaware*..... 138.
6. *Le Baltimore* de Philadelphie..... 140.
7. *Les United-States*..... 141.
8. *Le Virginia*..... 142.
9. *Le Maryland*..... 146.
10. *Le Norfolk*..... 147.
Seconde section..... 149.
1. Des bateaux de Boston..... *Ibid.*

Digitized by Google

Remarque sur la navigation intérieure.... Page 149.
Le Massachusetts, bateau à vapeur..... *Ibid.*
2. Des bateaux de New-York..... 150.
Remarque sur les rivières et les canaux..... *Ibid.*
Le Clermont, bateau à vapeur..... 151.
Le Rariton..... 152.
Le Car of Neptune..... *Ibid.*
Le Paragon..... *Ibid.*
Le Fire Fly..... *Ibid.*
Le Richmond..... 153.
Capital de la compagnie du Hudson..... *Ibid.*
Le Swift, bateau à vapeur..... *Ibid.*
Le Franklin..... 154.
L'Atalanta..... *Ibid.*
La Bellona..... *Ibid.*
3. Des bateaux de Philadelphie..... 155.
Remarque sur les communications de Philadelphie et de New-York..... *Ibid.*
Le Pennsylvania, bateau à vapeur..... *Ibid.*
Le Philadelphia..... 156.
Le William Penn..... *Ibid.*
Le Bristol..... *Ibid.*
Le Superior..... *Ibid.*
La Vesta..... *Ibid.*
La Manette..... *Ibid.*
4. Des bateaux de Baltimore..... *Ibid.*
Remarques sur les communications de Baltimore et de Philadelphie..... *Ibid.*
Le Philadelphia, bateau à vapeur..... 157.
Le New-Jersey..... *Ibid.*
L'Eagle..... 158.
5. Des bateaux de Norfolk..... 159.
Le Roanoke, bateau à vapeur..... *Ibid.*
Le Richmond..... *Ibid.*
Le Powhatan..... *Ibid.*
Le Petersburg..... *Ibid.*
Le Sea-Horse..... *Ibid.*
6. Des bateaux des autres ports..... 160.
L'Entreprise, bateau à vapeur..... *Ibid.*

Digitized by Google

7. Des bateaux à vapeur du bassin du Mississipi... Page 160.
Étendue du bassin du Mississipi..... *Ibid.*
Débordemens du Mississipi..... 161.
Vitesse du Mississipi..... *Ibid.*
Premiers moyens de naviguer sur ce fleuve.... *Ibid.*
Introduction des bateaux à vapeur..... *Ibid.*
Avantages qui en sont résultés..... 162.
Remarque sur la navigation de l'Ohio..... 163.
Remarque sur les Établissemens du Missouri... *Ibid.*
Reconnaissance du Missouri et de la Columbia. *Ibid.*
Précautions pour naviguer sur le Mississipi.... 164.
Bateaux faits pour naviguer sur l'Océan et sur le Mississipi..... 165.
Le Maid of Orléans, bateau à vapeur..... *Ibid.*
Le Manhattan..... *Ibid.*
Le Feliciana..... *Ibid.*
Le Robert Fulton..... 166.
Liste des principaux bateaux à vapeur qui naviguent sur le Mississipi..... 167.
Bateaux sur les lacs..... 172.
NOTE II. SUR LES DISTANCES..... 173.
Sur les distances de New-York à Clermont et à Albany.. *Ibid.*
Sur la distance de Baltimore à Norfolk..... *Ibid.*
Sur la distance de Baltimore à French-Town..... 174.
NOTE III. SUR LES BATEAUX À VAPEUR ANGLAIS..... 175.
Liste des principaux bateaux à vapeur construits en Angleterre..... 176.
Remarque sur la forme des bateaux..... 184.
Sur le grément et la manœuvre..... 185.
Sur la force des machines..... *Ibid.*
Sur le poids et le prix des machines..... 186.
Sur les chaudières..... *Ibid.*
Sur la consommation du charbon..... 187.
Sur la composition et l'action de l'eau de la mer..... *Ibid.*
Sur la conservation, la durée et le prix des chaudières... 188.
NOTE IV. SUR LES MOYENS D'ABORDER AUX QUAIS..... 189.
NOTE V. SUR LES CALCULS DE M. FULTON..... 191.
NOTE VI. SUR LA DÉMONSTRATION DES PRINCIPES..... 197.
1. Relation entre la vitesse du bateau et celle des aubes.. *Ibid.*

Digitized by Google

2. Relation entre la force de la machine et la résistance des aubes quand on néglige l'effet du frottement... Page 198.
3. Moyen d'avoir égard au frottement..... 199.
4. Limite de la vîtesse d'un bateau : *la vîtesse d'un bateau approche d'autant plus de sa limite que les aubes sont plus grandes*..... *Ibid.*
5. *La vîtesse d'un bateau est à-peu-près en raison directe de la racine cubique de la force de la machine, et en raison inverse de la racine cubique de la résistance*... 200.
6. Observations sur la vîtesse que prennent les machines à vapeur..... *Ibid.*
7. Remarques sur l'effet du changement de la vîtesse du piston..... 201.
8. Expression du nombre appelé *multiplicateur*..... 205.
9. Expression du nombre appelé *facteur*..... *Ibid.*
10. Expression approchée de la vîtesse du bateau..... 206.
11. Conséquence pour les dimensions du bateau quand la force de la machine est donnée..... 207.
12. Expression approchée de la force de la machine..... *Ibid.*
13. Expression approchée de la vîtesse d'un bateau quand celle du piston est de $0^{m},8$..... *Ibid.*
14. Expression approchée de la vîtesse quand la force de la machine est rapportée à celle d'un certain nombre de chevaux..... 208.
15. Expression de la force de la machine et des dimensions du bateau dans le même cas..... *Ibid.*
16. Formule pour avoir égard à la vîtesse du courant.... 209.
17. Recherche de la vîtesse qui convient pour dépenser le moins possible de combustible..... *Ibid.*
18. Formule lorsque la machine est appliquée à un treuil. 211.
19. Comparaison des roues à aubes et du treuil en eau tranquille..... 212.
20. Formule pour le cas où le bateau à treuil se meut dans une rivière..... *Ibid.*
21. Comparaison du treuil et des roues à aubes..... *Ibid.*
22. Recherche du cas où les roues sont préférables au treuil..... 213.
23. Désavantage du treuil pour descendre une rivière.... 214.
24. Formule pour les bateaux à manége en eau tranquille. 215.

Digitized by Google

25. Formule pour le manége appliqué au treuil.... Page 215.
26. Cas où l'emploi du treuil revient à celui de la cordelle. 216.
27. Vîtesse du bateau à manége et à roues à aubes dans une rivière. ..... *Ibid.*
28. Vîtesse du bateau à manége et à treuil dans une rivière. *Ibid.*
29. Formule pour le tirage à la cordelle..... *Ibid.*
30. Cas dans lequel l'effet d'un manége est égal à celui d'une machine à vapeur. ..... 217.
31. Comparaison du halage et des roues à aubes..... *Ibid.*
32. Cas dans lequel les roues à aubes sont préférables.... 218.
33. Désavantage des roues à aubes quand le bateau remonte. *Ibid.*
34. Comparaison du treuil et de la cordelle..... 219.

NOTE VII. SUR L'ACTION DE LA VAPEUR DANS LES MACHINES À HAUTE PRESSION..... 221.
Remarque sur les propriétés de la vapeur..... *Ibid.*
Examen de l'effet du changement de volume sur la force expansive de la vapeur..... 224.

NOTE VIII. SUR L'ACTION DE LA VAPEUR DANS LA MACHINE À ROTATION IMMÉDIATE..... 230.
L'effet de la vapeur ne dépend pas de l'inclinaison de l'aile. 231.
L'inclinaison de l'aile influe sur le frottement..... 232.

NOTE IX. SUR DIVERSES SORTES DE RAMES..... 233.
1. Roue en ailes de moulin. ..... *Ibid.*
2. Surfaces héliçoïdes sous un bateau..... *Ibid.*
3. Surfaces héliçoïdes entre deux bateaux..... 234.
4. Surfaces héliçoïdes sous les côtés d'un bateau..... *Ibid.*
5. Pelles tenues par des charnières et montées sur un arbre coudé. ..... *Ibid.*
6. Pelles entre deux rouleaux, montées sur un arbre coudé. ..... *Ibid.*
7. Pelles montées sur un parallélogramme..... 235.
8. Pelles portées par des châssis montés sur deux arbres. *Ibid.*
9. Pelles portées par des châssis montés sur trois arbres.. *Ibid.*
10. Pelles fixées à des châssis suspendus..... *Ibid.*
11. Pattes d'oies suspendues sur les côtés d'un bateau..... 236.
12. Panneaux à charnières tenant à des châssis sur les côtés du bateau. ..... *Ibid.*
13. Panneaux à charnières attachés à un cylindre vertical. ..... 236.

Digitized by Google

14. Panneaux à charnières montés sur des châssis derrière le bateau.....Page 237.
15. Panneaux à charnières mobiles de haut en bas..... *Ibid.*
16. Combinaison de pelles montées sur des châssis..... 238.
17. Rames horizontales..... *Ibid.*
18. Rames verticales..... *Ibid.*
19. Roue à l'arrière du bateau..... 239.
20. Combinaison de pendules..... *Ibid.*

APPENDICE SUR DIVERS OBJETS RELATIFS À LA MARINE..... 241.

I. *Des goëlettes américaines*..... *Ibid.*
Dimensions principales de diverses goëlettes..... 242.
Remarques sur les proportions de ces bâtimens... 248.
Remarques sur le grément..... 250.

II. *Des machines à curer*..... 251.
Machine à cuiller mue par un manége..... 252.
Détails de cette machine..... 253.
Grue pour mettre les vases sur les quais..... 255.
Chalan à mantelets..... *Ibid.*
Machine à godets..... *Ibid.*
Ponton à dérives..... 256.

III. *Des machines employées pour les poulies et les pompes*.. *Ibid.*
Dimensions de la machine à vapeur de l'arsenal de Washington..... *Ibid.*
Machine à percer les poulies..... 257.
Poulies d'assemblage..... 258.
Tours à découper les roues d'affûts..... *Ibid.*
Outil pour les parcs à boulets..... *Ibid.*
Machine à forer les tuyaux de pompe..... 259.
Remarque sur les pompes..... 260.

IV. *Des machines des forges des arsenaux*..... 262.
Disposition des soufflets..... *Ibid.*
Machine à tordre les mailles des chaînes..... *Ibid.*

V. *Des machines de la corderie*..... 263.
Usage d'un manége pour le commettage..... *Ibid.*
Remarque sur les nouveaux procédés..... 264.
Disposition générale de la corderie..... *Ibid.*
1.er chariot à ourdir..... 265.
2.e chariot à ourdir..... 266.
3.e chariot à ourdir..... 267.

Digitized by Google

1.er dévidoir.....Page 267.
2.e dévidoir..... 268.
VI. *Des machines à fabriquer des clous*..... 269.
1.re espèce de cisailles..... *Ibid.*
2.e espèce de cisailles..... 270.
Étaux pour faire les têtes des clous..... 271.
1.re machine à faire les clous..... *Ibid.*
2.e machine à faire les clous..... 272.
Mécanisme pour présenter le fer..... 274.
VII. *De l'outil à faire l'emplacement des tampons, et des tarières en hélice*..... 276.
Description de la fraise à tampons..... *Ibid.*
Description des tarières en hélice..... 277.
Expériences sur ces tarières..... 278.

FIN.

Digitized by Google

CORRECTIONS ET ADDITIONS.

Page 13, ligne 30 : qu'il fait, *lisez* qu'ils font.

Page 16, ligne 26 : auquel, *lisez* auxquels.

Page 63, dernière ligne : (2), *lisez* (1).

Page 64, titre du §. I.er : *Description au bateau*, lisez *Description du bateau.*

Page 158, ligne 8 : dem-cylindre, *lisez* demi-cylindre.

Page 174, ligne 7 : sur cent vingt-huit, *lisez* sur cent vingt-huit minutes.

Page 176, DUKE OF ARGYLE *ou* THAMES, *dans la colonne des OBSERVATIONS* : largeur $6^m,85$ (2), *lisez* largeur totale $6^m,85$ (2); tirant d'eau $1^m,25$ à $1^m,35$.

Page 177, RICHMONT, *dans la colonne des OBSERVATIONS : ajoutez* longueur de quille 28^m; bau $3^m,38$. Le mouvement du piston est transmis aux roues par un varlet. La chaudière a crevé le 28 juin 1817.

Page 177, HOPE, *dans la colonne des OBSERVATIONS : ajoutez* longueur de quille $15^m,25$; bau $3^m,05$.

Page 177, MAJESTIC, *dans la colonne des OBSERVATIONS : ajoutez* longueur de quille $26^m,2$; bau $5^m,03$; piston de $0^m,686$ ayant $0^m,61$ de jeu. Le bateau a été alongé de 3^m, la course du piston portée à $0^m,66$, et le tirant d'eau réduit à $1^m,30$.

Page 178, *dans la colonne des OBSERVATIONS :* BRITANNIA : *ajoutez* longueur $24^m,4$; largeur $4^m,88$. LONDON : *ajoutez* longueur $25^m,9$; largeur $3^m,66$. SONS OF COMMERCE : *ajoutez* longueur $25^m,9$; largeur $4^m,27$; piston de $0^m,686$ ayant $0^m,76$ de jeu. Ce bateau a été de Londres à Margate en sept heures trente-cinq minutes.

Page 180, ROTHESAY CASTLE *dans la colonne des OBSERVATIONS* : *ajoutez* longueur $24^m,4$, largeur $5^m,18$.

Page 184, CAMILLA : *ajoutez* de cent soixante tonneaux; deux machines de trente chevaux chacune.

Page 199, ligne 4 : $U = V\left(1 + \frac{b}{a}\right)$, *lisez* $U = V\left(1 + \frac{b}{a}\right)$.

Page 210, ligne 18 : $\left(1 + \frac{b}{}\right)$, *lisez* $\left(1 + \frac{b}{a}\right)$.

Page 214, ligne 16 : $V - U = u$, *lisez* $U - V = u$.

Page 276, ligne 8 : subtitué, *lisez* substitué.

Digitized by Google

Digitized by Google